Conclusão: Um sistema susceptível de evoluir apenas a temperatura e volume constantes, sofrerá transformações expontâneas ùnicamente no sentido de diminuir a sua energia livre, e o seu estado de equilíbrio corresponderá, portanto, a um mínimo desta função.

b) *A pressão é constante* (é o caso, por exemplo, das reacções em vaso aberto).

Teremos:

$$dU + PdV - TdS = dH - TdS = dG < 0$$

Conclusão: Um sistema susceptível de evoluir apenas a temperatura e pressão constantes, sofrerá transformações expontâneas ùnicamente no sentido de diminuir a sua entalpia livre, e o seu estado de equilíbrio corresponderá portanto, a um mínio desta função.

Tendo em conta as relações entre o trabalho útil realizável ($-\tau_r$), por um lado, e ΔF e ΔG, pelo outro (1), podemos resumir estas duas conclusões numa só: «a evolução expontânea dum sistema susceptível de evoluir a $T = C^{te}$, ocorre no sentido da diminuição do seu trabalho útil disponível, quando se mantém também constante V ou P».

Observação: As duas últimas fórmulas, que se referem aos dois casos mais importantes da prática industrial da química, vêm mostrar que os sistemas tendem naturalmente para um compromisso entre um mínimo para a sua energia interna (ou entalpia, conforme os casos), e um máximo, para a sua entropia. A concretização deste compromisso faz-se de tal modo que enquanto a energia interna (ou entalpia) intervém com uma ponderação constante (um), a entropia intervém com a ponderação T, isto é, *o efeito da entropia é amplificado pela temperatura absoluta* (2).

Esta circunstância poderia justificar de certo modo a consideração de uma «Química Física das Altas Temperaturas» e outra (por oposição) das «Baixas Temperaturas», sob um ponto de vista algo científico e essencial: a primeira diria respeito ao estudo dos sistemas em condições tais que as suas evoluções seriam determinadas pela variação da entropia, enquanto que a segunda se referiria aos sistemas cujas evoluções fossem condicionadas pela variação da energia interna (ou entalpia).

Na Metalurgia Geral vimos alguns exemplos frizantes desta influência da temperatura sobre a natureza do condicionalismo dos estados estáveis (vide soluções sólidas ordenadas e desordenadas; estados ferromagnético e amagnético, etc.). Todavia continuamos a não concordar com esta divisão da Química-Física que, além de tudo o mais, dependeria do caso em consideração.

(1) Vide 4.4.3

(2) ΔV e ΔH, como vimos, dependem de T, mas essa dependência é diminuta em relação à dependência do termo $T\Delta S$.

4.6 — Afinidade Química. Equação de Gibbs-Helmoltz (1)

4.6.1 — *Noção de afinidade química*

A afinidade química é uma noção que pretende dar uma medida da maior ou menor tendência que possuem os constituintes dum sistema para reagirem entre si, originando assim uma evolução expontânea.

A grandeza que se escolha para medir a afinidade deve então gosar das seguintes propriedades:

1.º — Indicar o sentido da reacção expontânea;

2.º — Ser nula para um sistema em equilíbrio, isto é, que não é capaz de evoluir expontâneamente.

Seja um sistema em que a reacção

$$A \rightleftarrows B$$

é possível, respeitando as suas ligações, e consideremos o seu trabalho útil disponível:

— Se diminui ao passar o sistema de A para B, o sistema poderá evoluir expontâneamente nesse sentido, como se viu;

— Se aumemta ao passar o sistema de A para B, diminuirá ao passar o sistema de B para A e, então, é neste último sentido que o sistema pode evoluir expontâneamente;

(1) Daqui por diante, salvo indicação em contrário, todas as transformações são consideradas a $T = C^{te}$ e a P ou V constante.

— Se ele se mantém estacionário, o sistema está em equilíbrio.

Conclusão: a variação do trabalho útil disponível é uma grandeza adequada para a medição da afinidade. Como convém que a afinidade seja positiva em relação ao sentido em que a reacção se realiza expontâneamente, tomamos para medida da afinidade, que representaremos por "α", o simétrico da variação do trabalho útil disponível, isto é:

$$\alpha = -\tau_r$$

portanto se:

$\alpha = 0 \rightarrow$ A está em equilíbrio com B

$\alpha > 0 \rightarrow$ a reacção expontânea é: $A \rightarrow B$

$\alpha < 0 \rightarrow$ a reacção expontânea é: $A \leftarrow B$

Como é fácil de ver é:

$\alpha = -\Delta F$ para sistemas evoluindo a $V = C^{te}$

$\alpha = -\Delta G$ para sistemas evoluindo a $P = C^{te}$

Do que se deixa exposto conclui-se que a afinidade depende dos estados inicial e final do sistema. Tem especial interesse a chamada «afinidade normal» (representá-la-emos por "α"$_{nor}$) que corresponde a todas as substâncias ou com a pressão parcial unidade, ou com a molaridade unidade; o primeiro caso tem especial interesse para as reacções em fase gasosa, enquanto que o segundo é particularmente cómodo para as reacções em fase líquida.

Como veremos, todas as outras afinidades podem ser calculadas fàcilmente a partir da afinidade normal e das condições iniciais e finais (vide 5.1.3.2.2).

4.6.2 — *Equação de Gibbs — Helmoltz*

Consideremos uma reacção a $T = C^{te}$ e $V = C^{te}$. Já se viu que era:

$$\Delta F = \Delta U - T\Delta S$$
$$Q_V = \Delta U$$
$$\Delta S = -\frac{d(\Delta F)}{dT}$$
$$\alpha = -\Delta F$$

donde

$$\alpha + Q_V = T\frac{d\alpha}{dT}$$

Consideremos agora uma reacção a $T = C^{te}$ e $P = C^{te}$.

Já vimos que era:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$
$$Q_P = \Delta H$$
$$\Delta S = -\frac{d(\Delta G)}{dT}$$
$$a = -\Delta G$$

portanto

$$\alpha + Q_P = T\frac{d\alpha}{dT}$$

Resumindo os dois casos anteriores e substituindo Q_V e Q_P por Q (em cada caso se considerará o valor que interessa) teremos a fórmula geral:

$$\alpha + Q = T\frac{d\alpha}{dt}$$

que é uma forma da equação de Gibbs-Helmoltz aplicável tanto a reacções a $T = C^{te}$ e $V = C^{te}$ como a reacções a $T = C^{te}$ e $P = C^{te}$.

4.6.3 — *Afinidade e Velocidade de reacção*

Convém explicitar que dos valores das afinidades não se pode deduzir ou mesmo obter uma ideia das velocidades com que as diversas reacções se desenvolverão.

A afinidade é apenas uma medida da «tendência» para a reacção, isto é, como lhe chama a literatura de língua inglesa, constitui a «driving force» da reacção. Para se poder avaliar a velocidade de uma reacção será necessário conhecer, além desta «driving force», as «resistências passivas».

O conhecimento das afinidades é de grande importância, por exemplo, para determinação da ordem de preferência na ocorrência de várias reacções possíveis num sistema. Para a resolução deste problema, porém, torna-se necessário ter em conta a temperatura e a composição real do sistema. E portanto, é um erro tirar conclusões directamente das chamadas tabelas de afinidades normais. Essas tabelas referem-se a uma dada temperatura e a uma dada composição do sistema e são muito úteis directamente em determinados casos e, para outros, como base de cálculo (há gráficos — vide o de Ellingham — que

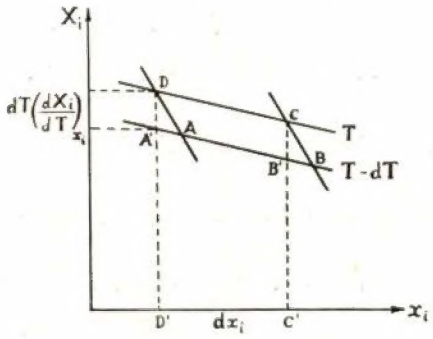
dão as afinidades para diversas temperaturas, tornando-se então necessário apenas fazer a correcção para a composição que interessa).

4.7 — Equação de Clapeyron

Consideremos uma variável normal x_i e a sua força generalizada X_i relativos a um dado sistema.

Seja um ciclo reversível infinitesimal — ABCD — em que AB e DC dizem respeito a uma mesma transformação isotérmica mas realizada a duas temperaturas diferentes:

$$T \text{ e } T - dT$$



O trabalho realizado neste ciclo, desprezando infinitésimos de ordem superior, será:

$$dW_i = A'D.D'C' = \left(\frac{\partial x_i}{\partial T}\right)_{xi} dT\, dx_i$$

e, atendendo a que DC é uma evolução isotérmica, temos:

$$dQ_i = l_i\, dx_i$$

portanto

$$dW_i = \left(\frac{\partial X_i}{\partial T}\right)_{xi} dT \frac{dQ_i}{l_i}$$

mas (do teorema de Carnot)

$$-dW_i = \frac{dQ_i\, dT}{T}$$

donde

$$l_i = -T\left(\frac{\partial X_i}{\partial T}\right)_{xi}$$

Chegamos assim a uma expressão generalizada da equação de Clapeyron. A sua forma mais usual corresponde à sua aplicação a uma substância pura cujos estados se podem definir por T e pela variável normal V, a que corresponde a força generalizada — P: (1)

$$l_V = -T\left(\frac{\partial(-P)}{\partial T}\right)_V = T\frac{dP}{dT} \text{ (2)}$$

donde

$$Q = L = T\frac{dP}{dT}\Delta V = T\frac{dP}{dT}X$$

$$X \begin{cases} V_{gás} - V_{líq.} \rightarrow \text{vaporização} \\ V_{líq.} - V_{sól.} \rightarrow \text{fusão} \\ V_\beta - V_\alpha \rightarrow \text{transformação alotrópica} \end{cases}$$

Observações: 1.º Notar que $\frac{dP}{dT}$ (2) aqui considerada deve ler-se «derivada de P em relação a T não considerando a variação de P que resulte de V variar por variar T», isto é, interessa apenas a relação de P e T dizendo respeito à transformação em consideração, ou seja, a variação da *pressão de equilíbrio* com T.

2.º Esta fórmula é particularmente importante para o caso da vaporização porque normalmente é para ele que se conhecem suficientes dados que permitam relacionar a pressão de equilíbrio (a pressão da transformação em condições reversíveis) com T».

4.8 — Determinação dos valores relativos às diversas funções que interessam ao segundo princípio da termodinâmica

4.8.1 — *Determinação de* ΔS.

1 — Relativo a um gás perfeito

$$dS_M = \frac{dQ}{T} = \frac{dU - dW}{T} = \frac{C_v\, dT + p\, dV}{T} =$$

$$= \frac{C_v\, dT}{T} + R\frac{dV}{V}$$

donde $\Delta S_M = C_v \ln\frac{T_2}{T_1} + R \ln\frac{V_2}{V_1}$

---

(1) Vide 2.1-9

(2) Porque neste caso (consideremos apenas mudanças de fases) F é independente de V, a derivada é total e a primeira observação não interessa.

portanto para n moles será

$$\Delta S = n \left[C_v \ln \frac{T_2}{T_1} + R \ln \frac{V_2}{V_1} \right]$$

2 — Relativo a qualquer sistema que apenas varia de temperatura.

Será, evidentemente:

a $\quad P = C^{te} \quad \Delta S = \int_{T_1}^{T_2} \frac{C_p}{T} dT$

e a $\quad V = C^{te} \quad \Delta S = \int_{T_1}^{T_2} \frac{C_v}{T} dT$

3 — Relativo a qualquer sistema onde ocorre uma transformação monotérmica ($T = C^{te}$)

$$\Delta S_T = \frac{Q}{T} = \begin{cases} \frac{\Delta U}{T} \rightarrow \text{se é também } V = C^{te} \\ \frac{\Delta H}{T} \rightarrow \text{se é também } P = C^{te} \end{cases}$$

Nota: As tabelas facultadas pela literatura referem-se em geral apenas às variações de entropia relativas a uma dada temperatura (normalmente 298 °K) que se considera como standard. Interessa então conhecer $\Delta S_T = f(\Delta S_{T_0})$. Como a entropia é uma função de estado, podemos aplicar-lhe a relação deduzida no parágrafo 3.3.2.3:

$$\Delta S_T = \Delta S_{T_0} + \int_{T_0}^{T} \left[\frac{\partial S_f}{\partial T} - \frac{\partial S_i}{\partial T} \right] dT =$$

$$= \Delta S_{T_0}{}^{(1)} + \int_{T_0}^{T} \frac{\Delta C_P}{T} dT$$

porque:

$$\frac{\partial S}{\partial T} = \frac{C_P}{T}$$

(ΔC_P significa: C_P do estado final — C_P do estado inicial).

4 — Exemplo de aplicação:

Calcular, a partir dos valores fornecidos pelas tabelas, a variação da entropia relativa ao segundo exemplo de aplicação considerado no parágrafo 4.3.2.

(1) Vide *Nota muito importante* em 4.8 2-4.

Na pág. 1742, do *Handbook of Chemistry and Physics* obtemos:

Substância	$S^{o}_{298\,°K}$ (1) (cal mole^{-1} °K^{-1})
C (grafite)	1,36
CO_2 (gás)	51,06
CO (gás)	47,30

donde

$$\Delta S_{298\,°K} = [2.47,30 - (51,06 + 1,36)] = 42,18 \text{ cal } °K^{-1}$$

e

$$\Delta S_{1000\,°K} = 42,18 + \int_{298}^{1000} \frac{0,187 - 2,957.10^{-3}\,T + 312,4.10^{3}\,T^{2}}{T} dT =$$

$$= 42,18 - 0,41 = 41,77 \text{ cal } °K^{-1}$$

4.8.2 — *Determinação de* ΔG

1 — Relativo a uma mole de gás perfeito

$$dG_M = dH_M - T\,dS_M = C_P\,dT - T\,dS_M =$$

$$= C_P\,dT - T\left(\frac{C_V\,dT}{T} + R\,\frac{dV}{V}\right) =$$

$$= R\,dT - \frac{RT}{V}\,dV = R\,dT - P\,dV = V\,dP = RT\frac{dP}{P}$$

donde $\quad G_M = R\,T \ln P + G_o\,(T)$ (2)

Para transformações a $T = C^{te}$ será então:

$$\Delta G_{M_T} = R\,T \ln \frac{P_2}{P_1}$$

Para n moles teremos:

$$G = n\,[R\,T \ln P + G_o]$$

e

$$\Delta G_T = n\,R\,T \ln \frac{P_2}{P_1}$$

2 — Relativo a um gás real.

Podiamos proceder de igual modo ao exposto no parágrafo anterior, simplesmente as relações entre P, V e T seriam as que resultassem da equa-

(1) Entropias referentes aos estados standards.

(2) Daqui por diante representaremos G_o (T) apenas por G_o subentendendo-se que é função de T.

APARELHAGEM DE FÍSICA NUCLEAR

Instalação «LANDIS & GYR» para a determinação da contaminação do ar, causada pelas substâncias radioactivas.

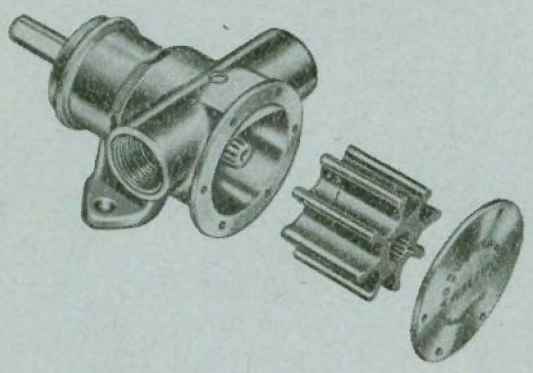
A "LANDIS & GYR", nossa representada suíça de renome mundial, desenvolveu e forneceu já para muitos países, aparelhagem destinada à medida, registo e detecção dos fenómenos radioactivos. Do seu programa de fabrico constam, entre outros, os seguintes aparelhos:

LANDIS & GYR
ZUG — SUÍÇA

JAYME DA COSTA, LDA.
LISBOA — PORTO — LUANDA

- Tubos Geiges-Mueller
- Desmultiplicadores
- Dosímetros e detectores
- Equipamentos para reactores
- Simuladores de pilhas
- Instalações para fins industriais

BOMBAS



Se há um problema de bombas consulte

VASCO PESSOA, LDA.

Rua da Boa Vista, 63 — LISBOA

ELECTRO-ARCO
LIMITADA

ELECTRODIOS
POSTOS E ACESSORIOS
PARA A SOLDADURA ELECTRICA

MATERIAL APROVADO PELO
LLOYD'S REGISTER OF SHIPPING

FÁBRICA E LABORATÓRIOS
VENDA NOVA — AMADORA
LISBOA
RUA SILVA CARVALHO, 239 — TEL 683649
PORTO
RUA DO BOLHÃO, 216 - TEL 21277

DESPOEIRAGEM

FILTROS TECIDOS EM PEÇAS, PANOS, SACOS, MANGAS

DE QUALQUER FIBRA NATURAL OU SINTÉTICA

FANAFEL

FÁBRICA NACIONAL DE FELTROS INDUSTRIAIS
SOCIEDADE LIMITADA

APART.: 9
TELEF.: 93
TELEG.: FELTROS

OVAR
PORTUGAL

ESCRITÓRIO E FÁBRICA
ESTRADA DE S. JOÃO

ção de estado do gás real em consideração. Isto, porém, conduziria a expressões para G muito mais complicadas, o que seria bastante incómodo dada a grande importância desta função em toda a química. Esta dificuldade contorna-se introduzindo uma nova grandeza, que se chama «fugacidade» e se representa por «f» (1) que se obriga a satisfazer à seguinte relação:

$$dG = V\,dP = RT\frac{df}{f} = RT\,d(\ln f)$$

portanto

$$\frac{d(\ln f)}{dP} = \frac{V}{RT}$$

Esta expressão, com auxílio da equação de estado do gás real, permite calcular as fugacidades a menos uma constante. A constante de integração determina-se com base na circunstância de todos os gases tenderem para gás perfeito com a diminuição da pressão, obrigando f a tender para P quando P tende para O.

A equação de estado relativa a um gás real qualquer pode ser sempre conhecida, pelo menos teòricamente, desde que se tenham suficientes dados experimentais. De resto, as fugacidades podem obter-se directamente de dados experimentais (sem se achar, portanto, a equação de estado) tendo em conta o seguinte desenvolvimento:

Seja, para uma dada temperatura:

$V^i \rightarrow$ volume ideal, isto é, o volume que se tira da equação dos gases perfeitos e relativo a P.

$V^r \rightarrow$ volume real, isto é, o volume medido sob a pressão P.

De

$$RT\frac{dP}{P} = V^i\,dP$$

vem

$$RT\ln\frac{P}{P_o} = \int_{P_o}^{P} V^i\,dP$$

De

$$RT\frac{df}{f} = V^r\,dP$$

vem

$$RT\ln\frac{f}{f_o} = \int_{P_o}^{P} V^r\,dP$$

donde, subtraindo;

$$RT\ln\frac{f\,P_o}{P\,f_o} = \int_{P_o}^{P} (V^r - V^i)\,dP$$

Achando agora o limite dos dois membros desta igualdade quando

$P_o \rightarrow O$ e, portanto, $f_o \rightarrow P_o$ vem:

$$RT\ln\frac{f}{P} = \lim_{P_o \rightarrow 0}\int_{P_o}^{P} (V^r - V^i)\,dP$$

equação que permite calcular f conhecendo P e a curva $Y = (V^r - V^i) = \varphi\,(P)$, que se obtém experimentalmente (o integral calcular-se-á gràficamente).

3 — Relativo a qualquer sistema que apenas sofre variações de temperatura.

Será:

$$\Delta G_T = G_T - G_{T_o} = (H_T - H_{T_o}) - (TS - T_oS) =$$

$$= \int_{T_o}^{T} C_P\,dT - \left[(T - T_o)\,S_o + T\int_{T_o}^{T}\frac{C_P}{T}\,dT\right]$$

4 — Relativo a qualquer sistema onde ocorre uma transformação a temperatura constante

Será:

$$\Delta G_T = \Delta H_T - T\,\Delta S_T$$

Nota: As tabelas que se encontram na literatura apenas se referem às variações de entalpia livre relativa a uma dada temperatura (normalmente 298 °K) que se considera como standard. A passagem a uma outra temperatura é imediata (vide parágrafos 3.3.2.3 e 4.8.1-3):

$$\Delta G_T = \Delta H_T - T\,\Delta S_T = \left(\Delta H_{T_o} + \int_{T_o}^{T}\Delta C_p\,dT\right) - T\left(\Delta S_{T_o} + \int_{T_o}^{T}\frac{\Delta C_p}{T}\,dT\right) =$$

$$= \Delta H_{T_o} - T\Delta S_{T_o} + \left(\int_{T_o}^{T}\Delta C_p\,dT - \frac{\Delta C_p}{T}\,dT\right)$$

(1) Tem as dimensões de uma pressão e, em última análise, não passa de uma «pressão corrigida».

Mostra a experiência que para a maioria das reacções químicas

$$\int_{T_0}^{T} \Delta C_p \, dT - \int_{T_0}^{T} \frac{\Delta C_p}{T} \, dT$$

não difere muito do erro com que normalmente se conhecem os ΔH_0 e $T \Delta S_0$, o que justifica a utilização da fórmula aproximada e muito cómoda

$$\Delta G_T = \Delta H_{T_0} - T \Delta S_{T_0}$$

Nota muito importante — Nesta fórmula é fundamental subentender englobado, tanto no ΔH_0 como no ΔS_0, as variações que correspondam a transformações a temperatura constante, eventualmente sofridas pelos constituintes do sistema entre T_0 e T (normalmente trata-se de mudanças de estado ou transformações alotrópicas ou polimórficas, podendo no entanto tratar-se de outras, como transformações ordem — desordem — vide Metalurgia Geral — etc.).

Esta nota interessa também às funções $\Delta H_T = f_1 (\Delta H_{T_0})$ e $\Delta S_T = f_2 (\Delta S_{T_0})$ e, de uma maneira geral, a $\Delta E_T = f_3 (\Delta E_{T_0})$, isto é, mais correctamente devíamos ter escrito: (1) (2)

$$\Delta H_T = \Delta H_{T_0} + \int_{T_0}^{T} C_p \, dT + \Delta H_1 + \Delta H_2 \ldots$$

$$\Delta S_T = \Delta S_{T_0} + \int_{T_0}^{T} \frac{C_p}{T} \, dt + \Delta S_1 + \Delta S_2 \ldots$$

$$\Delta E_T = \Delta E_{T_0} + \int_{T_0}^{T} \left[\frac{\partial (\Delta E)_f}{\partial T} - \frac{\partial (\Delta E)_r}{\partial T} \right] dT + \Delta E_1 + \Delta E_2$$

em que ΔH_1; ΔS_1; ΔE_1; ΔH_2; ΔS_2; ΔE_2 .... se referem a eventuais transformações a $T = C^{te}$ ocorridos a T_1, T_2 ....

4.8.3 — *Determinação de* ΔF

É fácil de deduzir as fórmulas correspondentes aos casos considerados na alínea anterior tendo apenas o cuidado de substituir G por F e H por U.

Verificar, nomeadamente que para um gás perfeito e para uma mole é:

$$\Delta F_M = - R T \ln V + F_0 = R T \ln \frac{1}{V} + F_0 = R T \ln C + F_0$$

e, para n moles:

$$\Delta F = n \left(R T \ln \frac{n}{V} + F_0 \right) = n (R T \ln C + F_0)$$

em que

C → Concentração em moles por litro (molaridade)

V → Volume total do gás.

(Continua)

(1) O tratamento mais rigoroso destas expressões, sob o ponto de vista matemático, obrigava a decompor o intervalo $T_0 - T$ em tantos intervalos quanto o número de temperaturas em que ocorreriam transformações monotérmicas, mais um, e a considerar limites para esses integrais junto a essas temperaturas por aí serem descontínuas as funções integrantes. Esta questão não tem, porém, interesse prático imediato, pelo que nos limitamos a assinalar a circunstância a fim de se ter completa consciência do que há de convencional nestas fórmulas práticas.

(2) Vide parágrafos 3.3.2.3 e 4.8.1-3.

C. D. U. 625.85 (679.7)

Intervenção do Laboratório Móvel n.º 2 na Construção de Estradas no Distrito de Manica e Sofala

PELOS ENGENHEIROS CIVIS JOÃO EDUARDO DE LEMOS E BRITO
E
CARLOS ALBERTO DE ALMEIDA VALENTE

1 — Introdução

O Laboratório Móvel n.º 2 tem a seu cargo o controle da Pavimentação Asfáltica da E. N. 6, da grande Reparação da estrada do Revué e Terraplanagens da E. N. 102.

Demoramos as nossas apreciações e conclusões sobre a pavimentação asfáltica da E. N. 6, em virtude da sua importância como obra de engenharia e pelo interesse que merecem as técnicas especializadas que envolve.

A Pavimentação Asfáltica da E. N. 6, apresenta-nos uma variedade de tipos de pavimentos que a tornam atraente como realização construtiva; porém a sua execução torna-se difícil pelas técnicas novas postas em jogo. O Trabalho, pela novidade e pelo reduzido domínio da técnica de execução, é de natureza, delicado e é importante, neste caso especial, defender uma boa colaboração entre as entidades que o executam e que o acompanham; só assim se poderá decidir o seu pleno êxito. A execução deve apoiar-se, fundamentalmente, nos trabalhos do Laboratório, procurando interpretar, convenientemente, os valores dados pelos ensaios e recorrendo a elas na medida das suas necessidades.

Apreciaremos cada um dos tipos de pavimentos, procurando definir a sua qualidade técnica.

2 — Base estabilizada em solo-cimento

2.1 — Índices de Laboratório

As características laboratoriais e de projecto da base em solo-cimento definem uma camada estabilizada com cimento de 0,15 m de espessura depois do recalque. Os solos que se misturam com o cimento obedeciam às seguintes especificações:

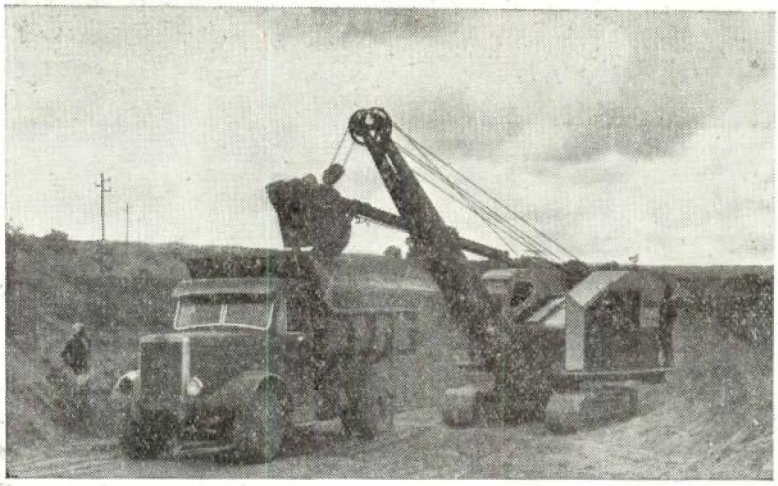


Foto n.º 1 — Colheita de solos para a base em solo-cimento

Índice de plasticidade	$\leqslant$ 18
Limite líquido	$\leqslant$ 40

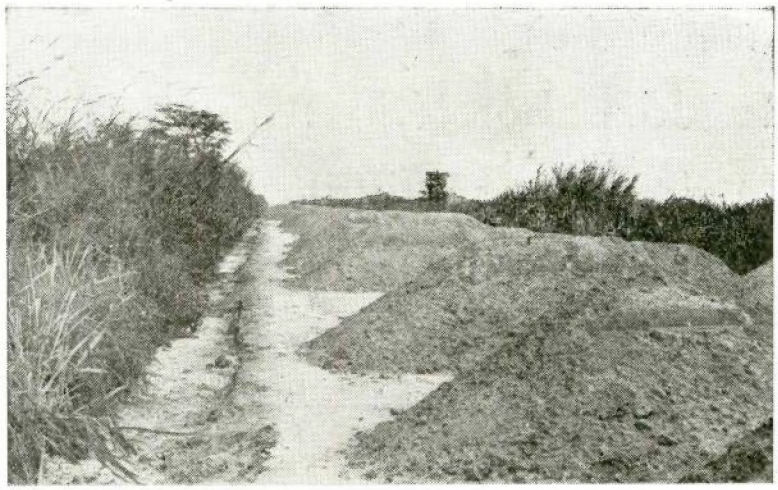


Foto n º 2 — Solos para a base de solo-cimento

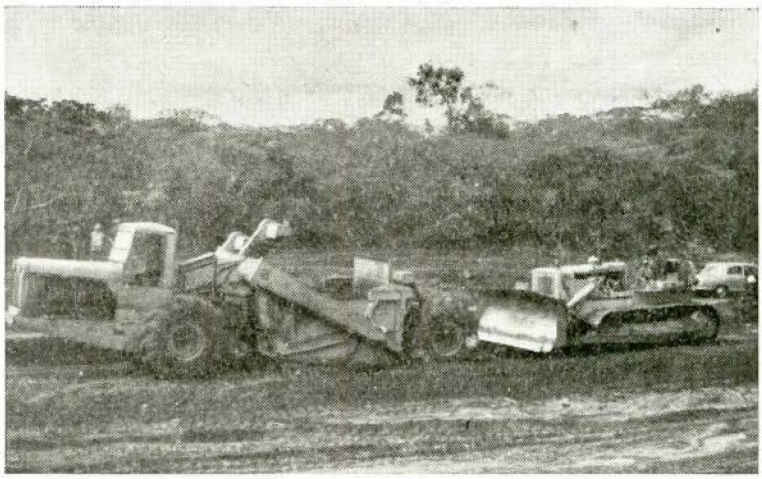


Foto n.º 3 — Colheita de solos para aterro

Média máxima das partículas	3"	
% que passa no crivo	3/16 B. S.	$\geqslant$ 50
% » » » »	n.º 36 B. S.	$\geqslant$ 15
% » » » »	n.º 200 . .	$\leqslant$ 50

Foram utilizadas saibreiras cujas amostras representativas tinham as seguintes características:

Saibreira n.º 1

Limite líquido . . . . . = 36
Índice de plasticidade . . = 17
— Densidade real . . . . . 2,57 g/cm³
Densidade a seco . . . . 1,92 g/cm³
Grau óptimo de humidade 12,3 %
C.B.R. . . . = 15
Classificação textural — areia limosa
» H.R.B. = A — 2—6 — (1)

Saibreira n.º 2

Limite líquido . . . . . = 34
Índice de plasticidade . . = 13
— Densidade real . . . . . 2,68 g/cm³
Densidade máxima a seco 1,83 g/cm³
Grau óptimo de humidade 15 %
C.B.R. . . . = 15
Classificação textural — areia - argilo - limosa
» H.R.B = A — 6 — (2)

Saibreira n.º 3

Limite líquido . . . . . = 33
Índice de plasticidade . . = 14

Densidade real	2,65 g/cm³
Densidade máxima a seco	1,89 g/cm³
Grau óptimo de humidade	13,3 %
C.B.R. . . .	= 33
Classificação textural — areia limosa	
» H.R.B. — A — 2 — 6 (1)	

A percentagem de cimento utilizada foi de 15,7 kg/m² dos quais 700 gr. eram considerados para perdas.

Durante a execução procurou-se manter as especificações dadas pelo Laboratório.

boneto de cálcio. Torna-se necessário calibrar, prèviamente, o aparelho.

— *Ensaio de Proctor*

Diàriamente fazia-se um ensaio de Proctor para a determinação da densidade máxima a seco e grau óptimo de humidade a obter na execução. Normalmente determinavam-se cinco pontos para a obtenção da curva de Proctor. Tomava-se uma amostra diferente para cada determinação.

Depois do pavimento executado faziam-se várias determinações das densidades a seco do

Foto n.º 4 — Estação de Britagem

2.2 — Controle laboratorial

Seleccionaram-se para controle da execução e da qualidade do solo-cimento, os seguintes ensaios:

— *Grau de pulverização*

avaliado pela percentagem dos solos que passa através do crivo 3/16 B.S. e que deverá ser superior a 80 %

O ensaio era feito depois da mistura a seco dos solos e o seu valor, indicativo do grau de pulverização atingido.

— *Grau de humidade*

Faziam-se várias determinações do grau de humidade, durante a rega, até se atingir o grau óptimo. O aparelho utilizado era rápido e eficaz, sobretudo em solos com características arenosas. Baseia-se na pressão desenvolvida pelo gás acetilene resultante da reacção da água com o car-

pavimento, geralmente de 100 em 100 m. Os valores obtidos comparavam-se com o valor dado pelo ensaio de Proctor. O valor mínimo aceite era de 95 %.

Utilizou-se na determinação das densidades, a garrafa de areia.

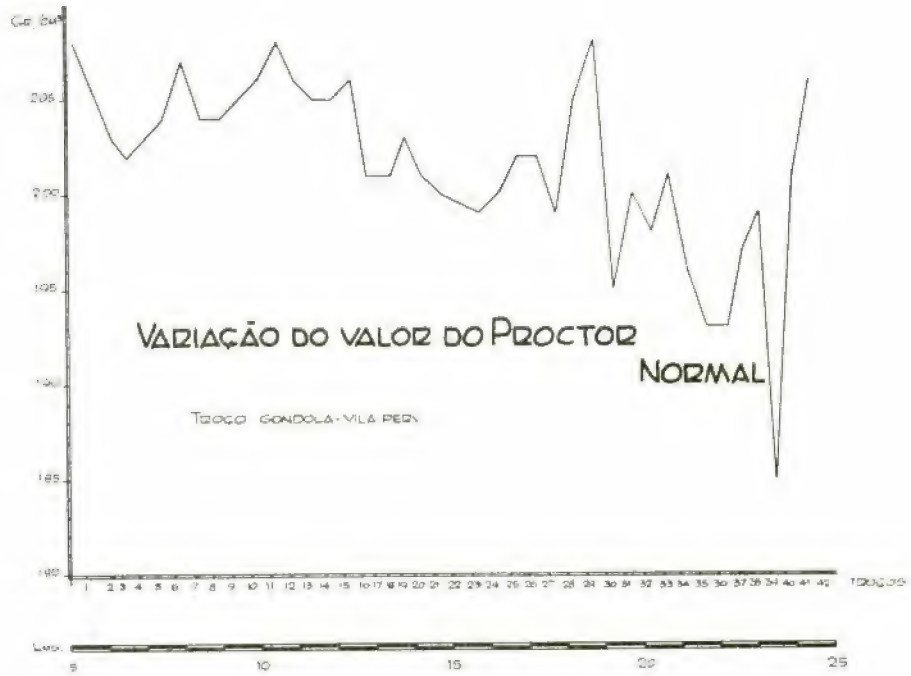
— *Ensaio de compressão*

Este ensaio considerou-se representativo da qualidade do solo-cimento executado. Os provetes cilíndricos com 4" de altura por 2' de diâmetro, ensaiavam-se aos sete dias, estando envolvidos em cera durante esse espaço de tempo.

O ensaio mostrou-se bastante sensível e com reduzida dispersão.

— *Determinação da percentagem de cimento*

Periòdicamente colhiam-se amostras da mistura de solo-cimento e enviavam-se ao Labora-



tório de Lourenço Marques para a determinação da percentagem de cimento. Este ensaio é delicado, mas cremos ser vantajoso enquadrá-lo nos Serviços dos Laboratórios Móveis.

2.3 — Execução do solo-cimento

Utilizou-se o método clássico. Os solos eram espalhados numa espessura de 0,18 m, e pulverizados a seco com um pulvi-mixer. Mais tarde juntou-se uma unidade mais pequena para abreviar a operação. O espalhamento do cimento era feito à mão, distribuindo-se os sacos ao longo da estrada. O processo é bastante moroso, pelo e que cremos ser de interesse utilizar um espalhador mecânico.

Seguia-se a mistura do cimento com o solo utilizando, novamente, o pulvimixer até se obter

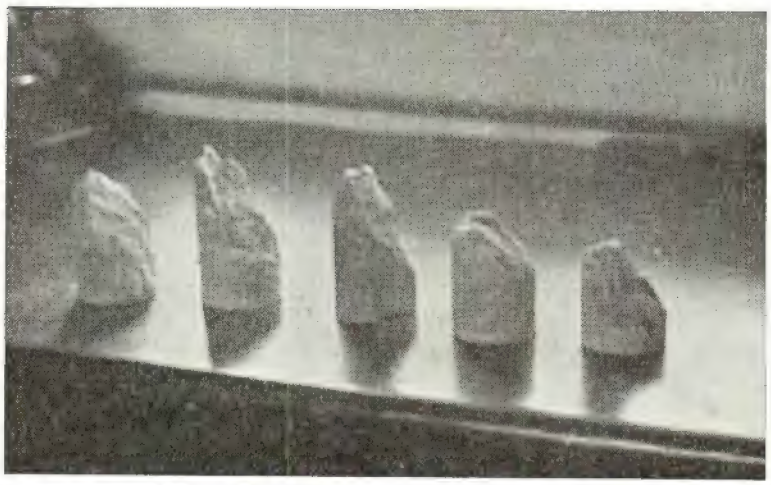


Foto n.º 5 — Ensaios de controle de solo-cimento — provetes sujeitos à compressão não limitada

uma mistura de cor homogénea; nesta altura iniciava-se a rega com camiões tanques até se atingir o grau óptimo.

Uma vez conseguida a humidade necessária iniciava-se a compactação com o cilindro de pneus rebocado por um tractor de lagartas e finalizava-se a operação com um cilindro liso de 4 toneladas.

Verificou-se que o tractor de lagartas marcava demasiado o pavimento. O cilindro liso de acabamento, só por si, não desfazia as marcas; tornou-se necessário utilizar camiões carregados para desfazer as impressões da lagarta. Julgamos ser de boa técnica utilizar no acabamento, um cilindro leve de pneus puxado por um tractor e finalmente o cilindro liso de 4 toneladas. Depois de executado o solo cimento, cobria-se com uma ligeira camada de solos que se mantinha humedecida durante sete dias.

Foto n.º 6 — Base de solo-cimento após a sua conclusão

— As críticas a apresentar ao método podem sintetizar-se nos seguintes pontos:

1.º — O espalhamento manual do cimento é moroso. Julgamos de interesse utilizar um espalhador mecânico.

2.º — A mistura com o cimento não é tão uniforme como seria de desejar.

3.º — O acabamento torna-se difícil; exige um operador experimentado e habilidoso na utilização da niveladora.

4.º — A grande vantagem deste método reside nos bons rendimentos que se podem tirar desde que o trabalho esteja organizado e disciplinado.

3 — Sub-base

Os solos que constituiam a sub-base deviam manter, no mínimo, a espessura de 0,10 m depois do recalque e obedeciam às seguintes especificações:

Tipo A:

Percentagem retida no crivo n.º 200 $\geqslant$ 65 %
Limite líquido . . . . . $<$ 35
Índice de plasticidade . . . . . $<$ 15

Tipo B:

Limite líquido . . . . . < 40
Índice de plasticidade . . . . . > 1/4 LL

4 — Infraestrutura

Adoptou-se o valor de 10 % para o C. B. R. dos solos da infraestrutura. Este valor implica um pavimento de 0,25 m de espessura para ficar ao abrigo de rutura. Os valores do C. B. R. adoptados foram confirmados por ensaios de campo, encontrando-se sempre valores superiores.

5 — Rega de MC-O

A base depois de executada é impregnada com MC-O à razão de 700 g/m². Verificou-se ser vantajoso humedecer ligeiramente o pavimento antes da rega, permitindo, assim, uma melhor penetração do MC-O.

6 — Tapete asfáltico

O tapete asfáltico foi estudado tendo em atenção os materiais existentes na região. Optou-se por um betão asfáltico com a seguinte composição:

Brita fina 9,4
Resíduos 23,4
Areia 44,0
Pó de pedra 13,1

Filler calcáreo
% que passa n.º 200 3,8
Asfalto 6,3

Granulometria dos inertes

Crivos B. S. % que passa	Brita fina	Resíduos	Areia	Pó de pedra
3/4	100	—	—	—
1/2	69	—	—	—
3/8	17	100	—	—
1/4	2	42	—	—
3/16	0	15	—	—
1/8	—	3	—	100
n.º 7	—	1	100	97
14	—	1	95	82
25	—	0	73	58
36	—	—	53	45
52	—	—	32	32
72	—	—	18	26
100	—	—	12	19
200	—	—	6	10

O betão asfáltico confeccionou-se em betoneiras Millars.

É de todo o interesse verificarem-se pelo menos quatro vezes ao dia as granulometrias.

O espalhamento fez-se com uma Barber-Green o que permitia um tapete de acabamento perfeito.

No sentido de estabelecer um controle perfeito, convém determinar os índices de Marshall estabilidade, vazios de deformações, densidade e a percentagem de betume.

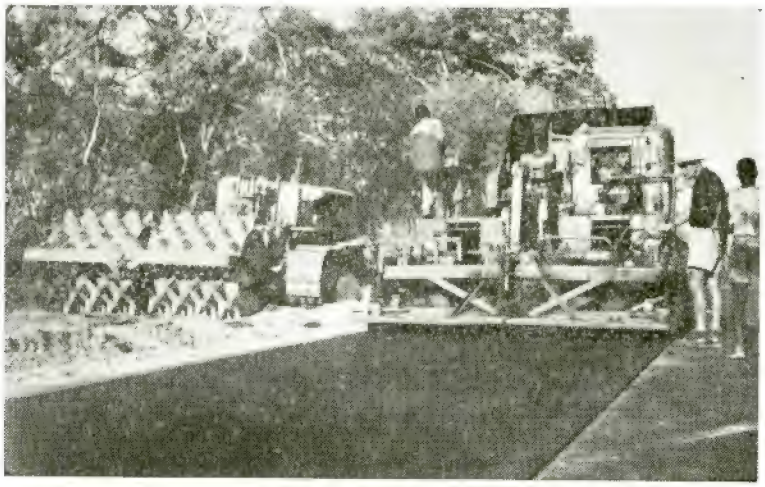


Foto n.º 7 — Tapete em betão asfáltico. Espalhamento com a Barber-Green

7 — Estabilização mecânica de solos lateríticos

7.1 — Índice de Laboratório

Utilizaram-se numa extensão de 20 quilómetros, solos lateríticos. A base era constituída por laterites numa espessura de 0,12 m depois do recalque e obedecendo às seguintes especificações:

C. B. R.	$\geqslant$ 45
Índice de plasticidade	$\leqslant$ 15
% que passa no crivo n.º 200	$\leqslant$ 50

7.2 — Depósitos lateríticos

As saibreiras lateríticas apresentam, normalmente, uma elevada heterogeneidade. Os solos especificados encontram-se rodeados de solos de inferior qualidade o que dificulta bastante a exploração, em condições, do empréstimo. O cascão laterítico, muitas vezes, apresenta uma dureza elevada o que torna penoso, em alguns casos impossível, a exploração com a escavadora. Esta máquina afigura-se-nos um meio excelente para a exploração conveniente dos depósitos, devido ao seu elevado grau de mobilidade. O cascão laterítico proporcionou um excelente pavimento.

Foto n.º 8 — Tapete de betão asfáltico

Foto n.º 9 — Base de solos lateríticos com revestimento de betão asfáltico

C. B. R.	$\geqslant$ 67
Índice de plasticidade	$\leqslant$ 12
% que passa no crivo n.º 200	$\leqslant$ 25 %

Os solos da sub-base numa espessura de 0,11 m, depois do recalque tinham as seguintes características:

7.3 — Exploração e selecção dos materiais

Podemos afirmar, com segurança, que a dificuldade técnica de uma estabilização mecânica reside, ùnicamente, na exploração e selecção dos materiais mantendo-os dentro das características especificadas.

A parte técnica relativa à construção do pavimento é de fácil solução e os problemas que envolve estão bem definidos, pretende-se apenas tirar o melhor partido e rendimento dos maquinismos postos em jogo.

A exploração, conveniente, dos depósitos ter-se-á de apoiar numa boa prospecção do empréstimo.

7.4 — Execução do pavimento

Preconiza-se para o material laterítico uma aplicação o mais próximo possível das suas condições naturais, assim é de interesse não perturbar demasiado os solos.

Na execução do pavimento laterítico teve-se em atenção esta circunstância. Procurou-se não remexer demasiado os solos eliminando a pulverização, operação essa que certamente perturbaria, em elevado grau, o estado natural da laterite. Os solos eram colhidos, espalhados e compactados.

7.5 — Contrôle laboratorial

Estabeleceram-se para controle, os seguintes ensaios:

— Granulometria — interessava conhecer a percentagem que passava no crivo 200

— Limites de Atterberg — pretendia-se o valor do índice de plasticidade

— C. B. R. de campo — indicava-nos a capacidade de resistência do pavimento. Os ensaios faziam-se com o pavimento seco e húmido.

As saibreiras eram prèviamente ensaiadas dando-se as seguintes referências:

— Valor do C. B. R. de laboratório com imersão, em água, durante quatro dias.

— Valor do índice de plasticidade.

— Percentagem que passava no crivo n.º 200.

A Exploração far-se-ia de acordo com as amostras padrões.

8 — Estabilização de solos não lateríticos

O restante pavimento consiste numa base de solos não lateríticos assim diferenciados:

Do final da pavimentação laterítica até Bandula o pavimento dividia-se numa base de 0,12 m de espessura depois do recalque e numa sub-base de 0,11 m de espessura depois do recalque.

Os solos da sub-base obedeciam às seguintes especificações:

Granulometrias

% que passa	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D	Tipo E	Tipo F
2"	100	100	100	100	100	100
1 1/2"	87-94	90-98	100	100	100	100
1"	71-85	75-95	100	100	100	100
3/4"	59-80	65-89	85-95	88-100	92-100	95-100
1/2	42-71	50-81	65-79	72-100	81-100	87-100
3 8	30-65	40-75	50-85	60-100	74-100	82-100
1/4	26-58	34-66	41-73	54-91	63-100	75-100
3/16	23-54	30-60	35-65	50-85	55-100	70-100
1/8	19-47	25-53	30-58	45-78	48-100	63-100
n.º 7	16-43	22-48	27-53	42-73	43-100	58-100
» 14	12-33	18-40	21-43	35-61	33-83	46-96
» 25	9-24	16-33	17-34	28-50	24-60	35-79
» 36	8-20	15-30	15-30	25-45	20-50	30-70
» 52	7-17	13-28	13-27	22-40	17-43	25-60
72	5-15	11-26	11-24	19-37	14-38	21-51
100	4-13	9-24	9-21	16-33	12-32	17-43
200	2-8	5-20	5-15	10-25	6-20	8-25

Limite líquido $\leq$ 25
Índice de plasticidade $\leq$ 6
C.B.R. de Laboratório $>$ 50

Os solos da sub-base obedeciam às seguintes especificações:

Tipo A:

% retirada no crivo n.º 200 $>$ 65 %
Limite líquido $\leq$ 35
Índice de plasticidade $\leq$ 15

Tipo B:

Limite líquido $\leq$ 40
Índice de plasticidade $>$ 1/4 LL

METALÚRGICA DE BENFICA
L I M I T A D A
ENGENHEIROS CONSTRUTORES DE MÁQUINAS

CONSTRUÇÃO DE MÁQUINAS
I N D U S T R I A I S

PARA BORRACHA, PLÁSTICOS, CABOS ELÉCTRICOS, PAPEL, MOAGEM, CERAMICA E VÁRIOS

FUNDIÇÃO ESPECIALIZADA
DE FERRO E METAIS NÃO FERROSOS

PREÇOS ESPECIAIS PARA GRANDES SÉRIES E PARA GRANDES DIMENSÕES

•

ESPECIALISTA EM ROLOS DE SUPERFÍCIE ENDURECIDA

•

ACABAMENTOS MECÂNICOS DE ALTA PRECISÃO

•

ACABAMENTOS DE MANDRILADORA ATÉ PEÇAS DE 1200 MM × 1200 MM

•

P L A I N A S A T É 3 0 0 0 MM

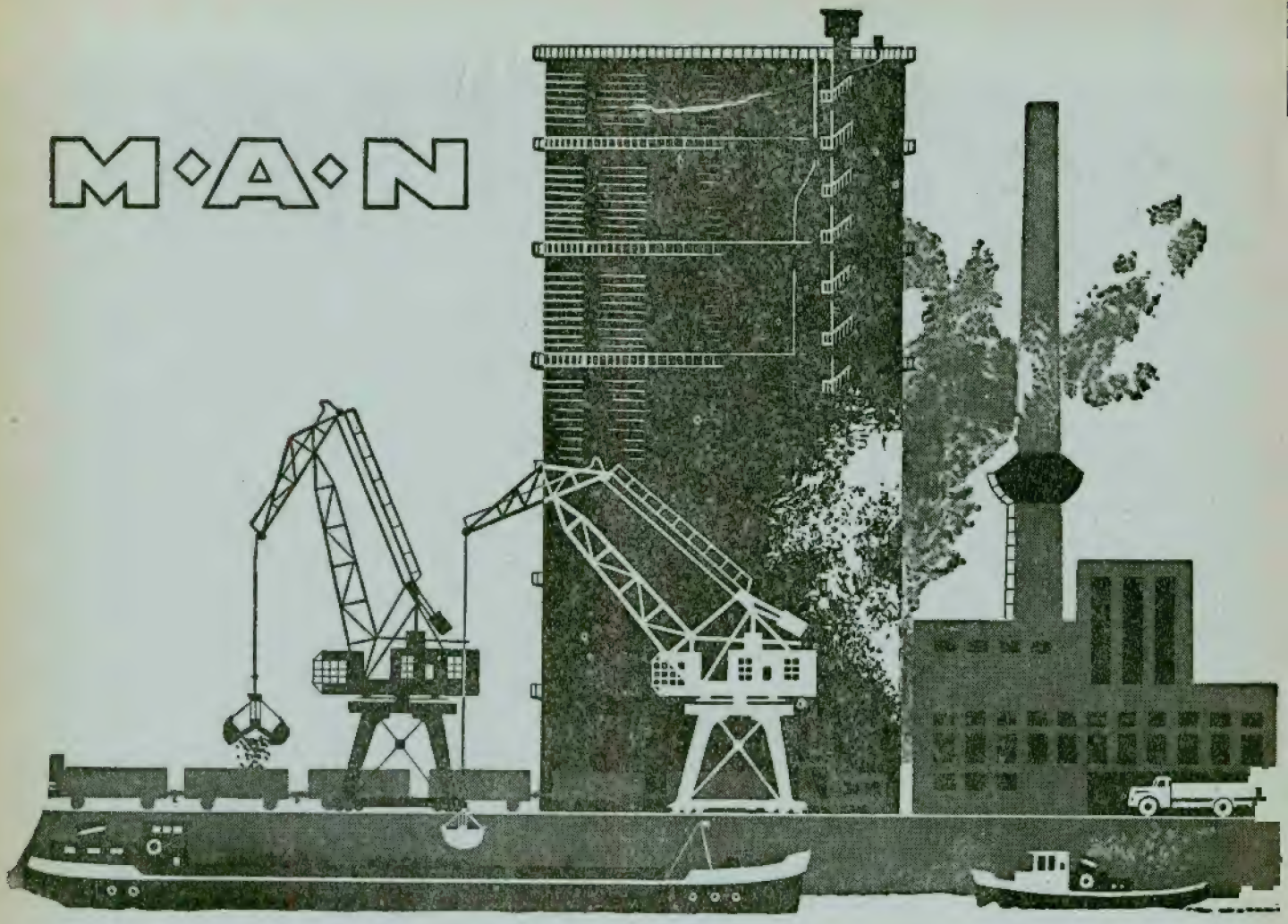
•

TORNOS ATÉ 5000 MM ENTRE PONTOS

•

TORNOS ATÉ 3000 MM DE DIÂMETRO

Fomentar a INDÚSTRIA NACIONAL
É aumentar PORTUGAL



MASCHINENFABRIK AUGSBURG-NÜRNBERG A-G · WERK NÜRNBERG

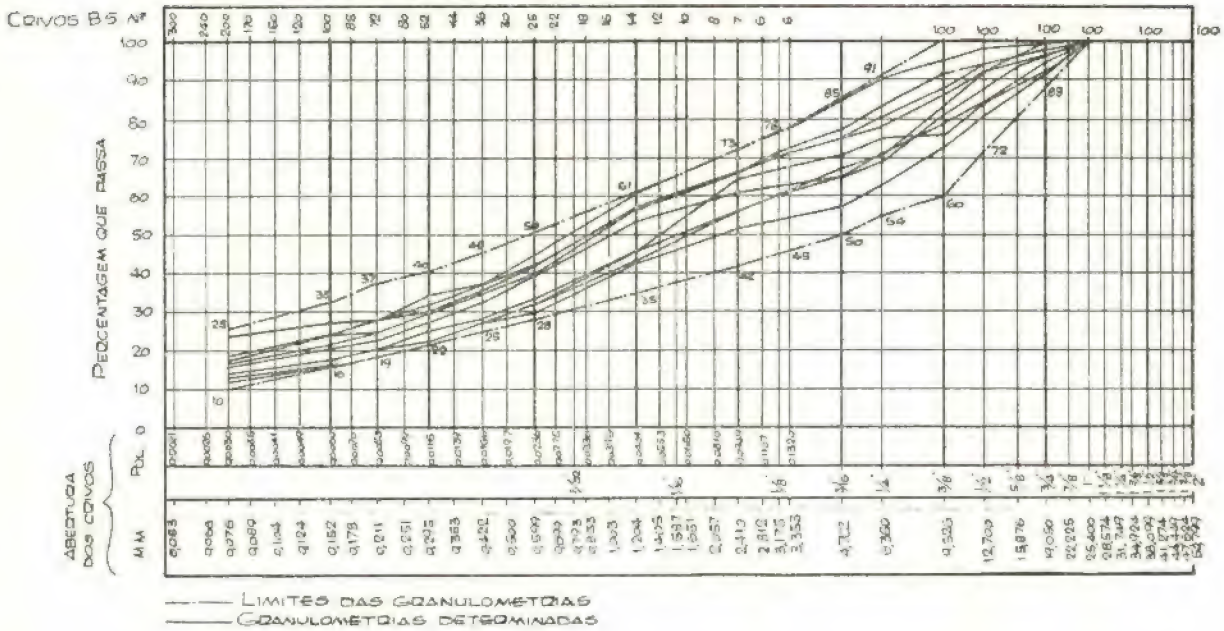
INSTALAÇÃO DE FORÇA MOTRIZ A VAPOR · INSTALAÇÕES DE FORÇA MOTRIZ A GÁS · GUINDASTES E TRANSPORTADORES · MATERIAL CIRCULANTE FERROVIÁRIO · MÁQUINAS PARA ENSAIOS DE MATERIAIS · INSTALAÇÕES DE CONDICIONAMENTO DE AR · PONTES DE AÇO · INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS DE AÇO · CONSTRUÇÕES METÁLICAS · BOMBAS · GASÓMETROS · CALDEIRAS A VAPOR CANALIZAÇÕES DE AÇO · MOTORES DIESEL TERRESTRES E MARÍTIMOS

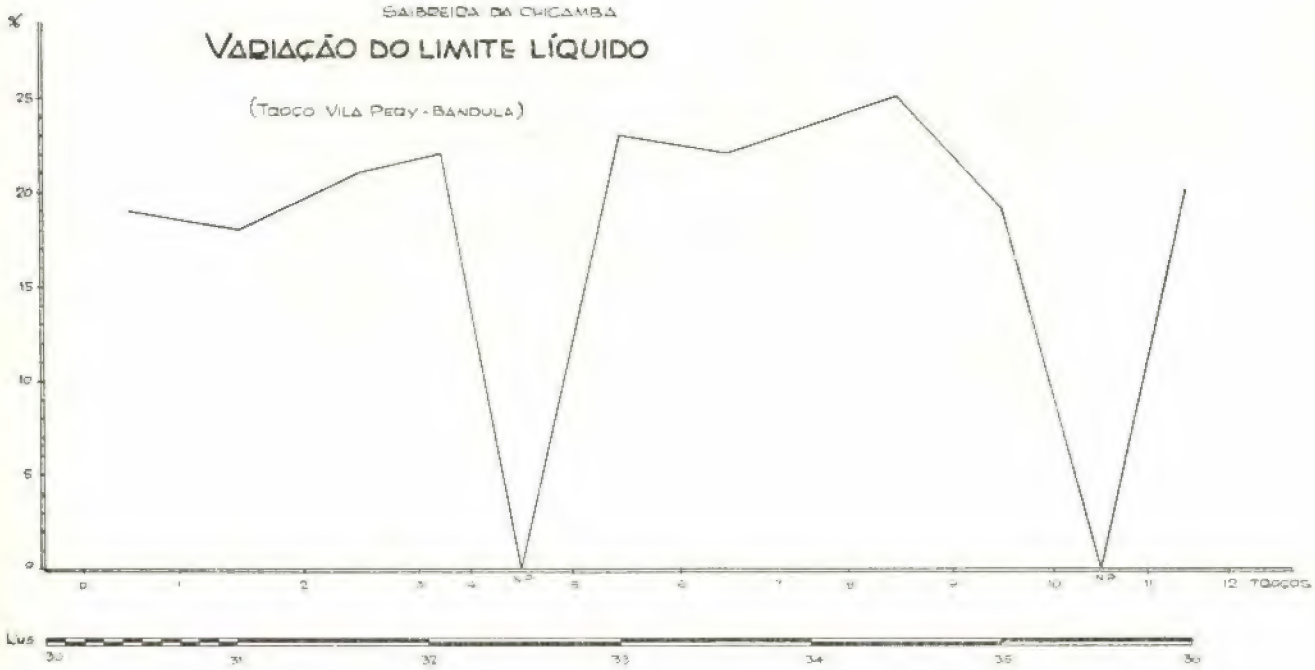
REPRESENTAÇÃO GERAL PARA PORTUGAL E ULTRAMAR

INDUMA

MÁQUINAS INDUSTRIAIS LIMITADA
AVENIDA ANTÓNIO AUGUSTO DE AGUIAR, 88-3.° · LISBOA

Variação da granulometria nos troços efectuados com terras da saibreira da Chicamba - Tipo D





Entre Bandula e Manica o pavimento consiste de uma única base com os solos obedecendo às especificações anteriormente dadas.

Está prevista uma zona com mistura de solos. Os solos existentes ou são demasiado plásticos ou têm deficiência granulométrica. Conseguiu-se, misturando um solo demasiado plástico, mas com boa granulometria e C.B.R. elevado, com um solo não plástico e de granulometria deficiente, obter um solo composto obedecendo às especificações impostas.

Para determinação das proporções em que os

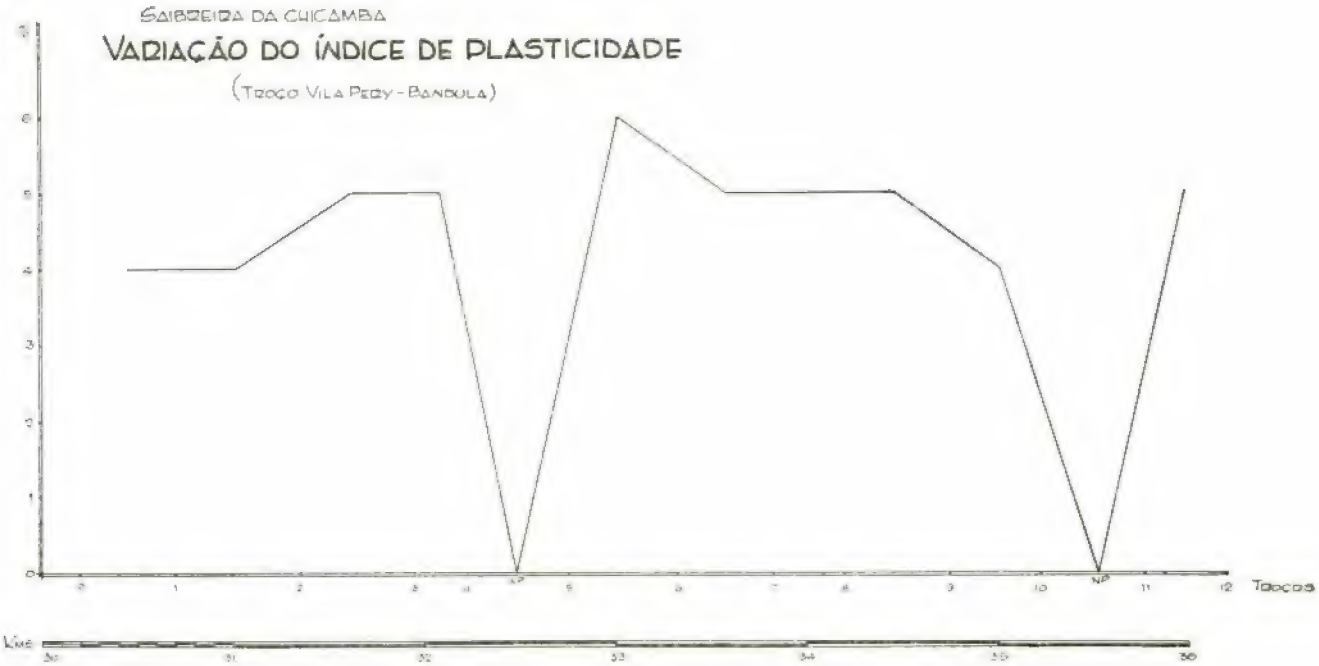


Foto n.º 10 — Espalhamento de solos e compactação de aterros

solos se misturavam fazia-se uso da fórmula indicada pelo senhor engenheiro Pimentel dos Santos no seu trabalho «Previsão dos Limites de Consistência de Solos e Mistura de Solos».

Uma vez obtida a mistura, os valores dados pelo cálculo confirmavam-se pelos ensaios clássicos de granulometria, limites e valor de C.B.R.

Entre Manica e Fronteira está prevista uma base com 0,25 m de espessura depois do recalque e obedecendo às especificações para bases, já indicadas.

9 — Grande reparação da estrada do Revué

A reparação consistia, fundamentalmente, num ensaibramento.

Os solos utilizados obedeciam às seguintes características:

Granulometrias

As indicadas para a base

Limite líquido $\leqslant$ 35

$4 \leqslant IP \leqslant 9$

O controle fazia-se verificando as granulometrias e os limites de Atterberg.

10 — Terraplanagens da E. N. 102

Os solos utilizados no aterro, deverão ter uma densidade a seco superior a 1,60 g/cm³.

O controle consiste, ùnicamente, na determinação das densidades a seco e compactações relativas.

Ao projectista, impõe-se, normalmente, a definição de directrizes. Qualquer tentativa de pormenor, mais concreto, sobre assunto poderá transformar-se em completo erro. É de não esquecer que a construção da estrada perturba, totalmente o regime natural do escoamento de água. Cabe, na verdade, aos serviços que acompanham a execução definir e concretizar essa perturbação dando-lhe depois o caminho adequado às grandes linhas de água de escoamento natural. A tarefa, porém, não se apresenta muito difícil, basta acompanhar o desenvolvimento da estrada e observar. Uma época de chuvas é o suficiente para marcar e definir os pontos fracos, depois trata-se de mandar executar. Este trabalho não convém ser adiado, todo o dispositivo de drena-

Foto n.º 11 — Fendas no tapete asfáltico provenientes de deslizamento de aterros

Em cada camada de execução do aterro deverão ser feitas, no mínimo, três densidades.

11 — Drenagens de águas

Qualquer estrada e muito em especial, as de terra o dispositivo de drenagens e escoamento de águas terá de ser bem previsto e de comprovada eficácia.

gem deve ser feito ao mesmo tempo que o avanço da construção.

Os meios que temos à disposição além da obra de arte, para uma drenagem conveniente de águas são: valetas, sanjas, valas, drenos e sobre-elevações. As sanjas devem cortar as valetas mantendo-as dentro dos comprimentos críticos. As valas importa distribui-las de forma a darem um rápido escoamento às águas provenientes da estrada.

Os drenos são meios que convém utilizar só em zonas onde não é possível recorrer a outros dispositivos. A sua construção é delicada. Normalmente usa-se para baixar a toalha freática em zonas de escavação. Na E. N. 6 os drenos executados foram estudados de acordo com o preconizado por Terzaghi.

Torna-se vantajoso, onde for possível, sobreelevar a estrada, mantendo o pavimento fora da influência do nível freático.

12 — Defesa contra a erosão

É de grande conveniência defender, com revestimentos superficiais, os taludes, bermas, e valetas de modo a atenuar a elevada erosão existente.

O despacho do Ex.mo Senhor Director dos Serviços de Obras Públicas para que os Laboratórios Móveis e Brigadas de Estudos iniciem diligências junto dos Serviços Agrícolas da região para a indicação de espécies adequadas à protecção dos taludes, bermas e valetas, mostra-nos a urgência da solução.

O Laboratório Móvel n.º 2 pediu esse apoio definindo três características que interessava manter nos revestimentos protectores:

1.º — Cobrir fàcilmente e o mais breve possível as áreas a revestir.

2.º — Revestimento de pequeno porte permitindo a boa visibilidade da rodovia.

3.º — Resistência suficiente para impedir o progresso de outra vegetação em especial, o capim gigante.

Os serviços agrícolas da região prestaram a sua valiosa colaboração indicando as seguintes espécies:

Grama da Bermuda
» vulgar
Tanner grass
Kikuyu
Star grass

Está em execução o plano de defesa contra erosão aproveitando as três espécies: tanner grass, kikuyu e star grass.

13 — Conclusões

Podemos afirmar que a estabilização mecânica de qualquer tipo que se considere apoia-se, fundamentalmente, em dois pontos: controle e selecção de materiais de forma a enquadrá-los nas especificações. Interessa, pois, definir um controle e estabelecer uma forma segura de seleccionar os materiais.

No que diz respeito ao controle, deve-se procurar estabelecer uma série de ensaios simples, rápidos e representativos da qualidade técnica da execução de tal modo que permita acompanhar, sem entravar, o andamento normal da execução. Além disso o controle terá de se adaptar à realidade construtiva; isto é, permitir que a estrada se faça. Assim, o trabalho de laboratório, procurará definir um rumo ou antes uma conduta técnica de forma a estabelecer um apoio à sensibilidade pessoal. Podemos dizer que na estabilização mecânica os valores subjectivos são de importância fundamental. Os ensaios, só por si, nada resolvem se não forem convenientemente interpretados.

Na selecção dos ensaios de controle procurou-se atender às condições fundamentais já expostas. Com esse intuito escolheram-se os seguintes ensaios:

1.º — Granulometrias.
2.º — Limites de Atterberg.
3.º — C. B. R. de campo.

Na verdade, qualquer dos ensaios é simples e rápido, satisfazendo, portanto, às duas primeiras condições. Quanto à última, isto é, representativo da qualidade da técnica da execução só o C. B. R. de campo nos permite avaliar a capacidade de suporte do pavimento, mas não nas condições mais desfavoráveis.

Deverá, em boa norma, ser acompanhado por ensaios de C. B. R. em amostras colhidas no pavimento e imersas, durante quatro dias, em água. Este ensaio, como ensaio de controle, tem o grave defeito de ser moroso.

Nos ensaios de C. B. R. é de admitir, sempre, uma dispersão nos valores, convém utilizar mais do que um ensaio para se avaliar em condições,

a capacidade de suporte do pavimento. O número de ensaios que nos parece vantajoso é de seis.

Quanto à selecção dos materiais terá se ser apoiada, fundamentalmente, numa boa prospecção do local de exploração.

A prospecção poderá ser feita em primeiro lugar, por um reconhecimento visual das sondagens, deste modo, ficariam definidas zonas em que os solos se julgam em condições de serem utilizados. Nesse reconhecimento, far-se-ia apenas uso da nossa observação, apoiada na experiência adquirida. A seguir a este primeiro reconhecimento, convém definir zonas homogéneas fazendo uso de ensaios de granulometria e limites. É de interesse estabelecer um gráfico, para cada sondagem, com indicação da profundidade e espessura da camada aproveitável. Uma vez definidas essas zonas incidirão sobre elas, ensaios de C. B. R., em número suficiente, de modo a permitir uma avaliação segura da sua capacidade de suporte.

ratórios móveis acompanhariam a execução e ficariam encarregados, exclusivamente, do controle. Convinha dotá-los com o pessoal suficiente de modo a permitir o controle em todas as frentes de trabalho.

A equipe de trabalho poderá ser constituída por um preparador que teria a seu cargo os ensaios de granulometria, limites e C. B. R. de campo e por um olheiro que teria a seu cargo a verificação das densidades. Havendo necessidade de controlar aterros, distribuir-se-iam laboratórios portáteis a olheiros, de forma a haver um em cada zona de trabalho.

Os ensaios relativos à prospecção das saibreiras conviria centralizá-los em laboratórios de carácter semi-permanente de forma a permitir realizar todos os ensaios necessários à perfeita prospecção das zonas a explorar. O laboratório semi-permanente tem a vantagem de permitir um trabalho constante e disciplinado. A necessidade de relatórios frequentes, de uma compila-

Foto n.º 12 — Laboratório Móvel n.º 2

Estes últimos ensaios definirão, por completo, a zona a explorar.

Do exposto, convém concretizar os meios que nos permitem estabelecer um controle e uma prospecção em condições satisfatórias. Julgamos de interesse, separar os ensaios de controle dos ensaios relativos à prospecção. Assim, os labo-

ção criteriosa de todos os resultados e de certo modo alguns problemas ligados à investigação obrigam-nos a defender o estabelecimento de laboratórios de carácter semi-permanente na zona de trabalho.

Vila Pery, 30 de Abril de 1958.

C. D. U. 621.311.5/91

Elementos sobre a produção e o consumo de energia na rede eléctrica nacional

— Elementos extraídos das estatísticas mensais do Repartidor Nacional de Cargas (R. N. C.)

NOTA: *As produções e os consumos das empresas do R. N. C. representam cerca de 92,0 % dos totais do País.*

DEZEMBRO

I — Breve nota mensal

Sob o ponto de vista hidrológico, o mês de Dezembro apresentou-se muito acima da média.

II — Elementos gerais (GWh)

a) Mensais

	1957	1958	Variação %
Produção hidráulica (P_h) . . .	112,9	251,8	+ 123
Produção térmica (P_t)	60,9	0,3	— 100
Produção total (P_T)	173,8	252,1	+ 45
Cons. electroquímico (C_{eq}) (1)	1,2	60,9	—
Cons. permanentes (C_p) . . (1)	163,3	178,5	+ 9,2 (2)
Consumo total (C_T) . . . . (1)	164,5	239,0	+ 45

b) Acumulados desde 1 de Janeiro de 1958

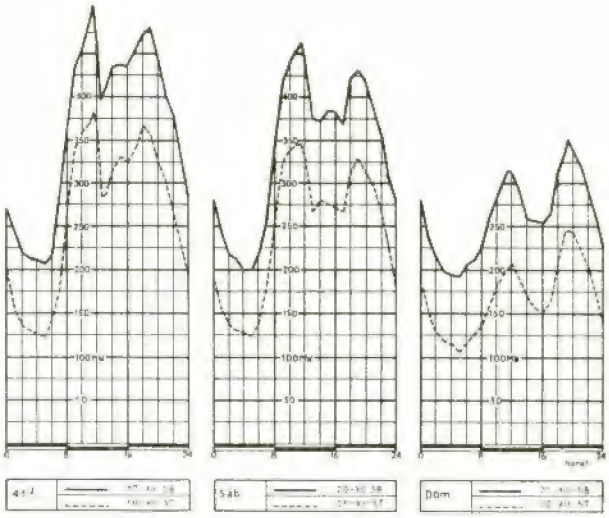
	1957	1958	Variação %
Produção hidráulica (P_h) . . .	1.783,3	2.430,2	+ 36
Produção térmica (P_t)	212,3	41,8	— 80
Produção total (P_T)	1.995,6	2.472,0	+ 24
Cons. electroquímico (C_{eq}) . (1)	274,2	549,4	+100
Cons. permanentes (C_p). . . (1)	1.618,8	1.779,9	+10,0 (2)
Consumo total (C_T) . . . . . (1)	1.893,0	2.329,3	+ 23

(1) Os consumos permanentes (C_p) incluem as perdas nas redes de distribuição. O consumo electro-químico (C_{eq}) inclui as respectivas perdas totais.

(2) O aumento percentual dos consumos permanentes tendo em conta a incidência dos domingos e dias especiais, foi respectivamente de 11,7 e 10,1 %.

III — Diagramas de carga dos dias característicos

	4.ª feira:	
	18-12-957	17-12-958
Produção hidráulica (P_h) — MWh	3.968	8.786
Produção térmica (P_t) — MWh . .	2.404	0
Produção total (P_T) — MWh . . .	6.372	8.786
Utilização da ponta (U) — horas	16,8	17,4
Factor de carga (α)	0,70	0,72
Relação $\frac{\text{Pot. mín.}}{\text{Pot. máx.}}$ (r)	0,32	0,41



IV — Energia armazenada nas principais albufeiras no fim do mês.

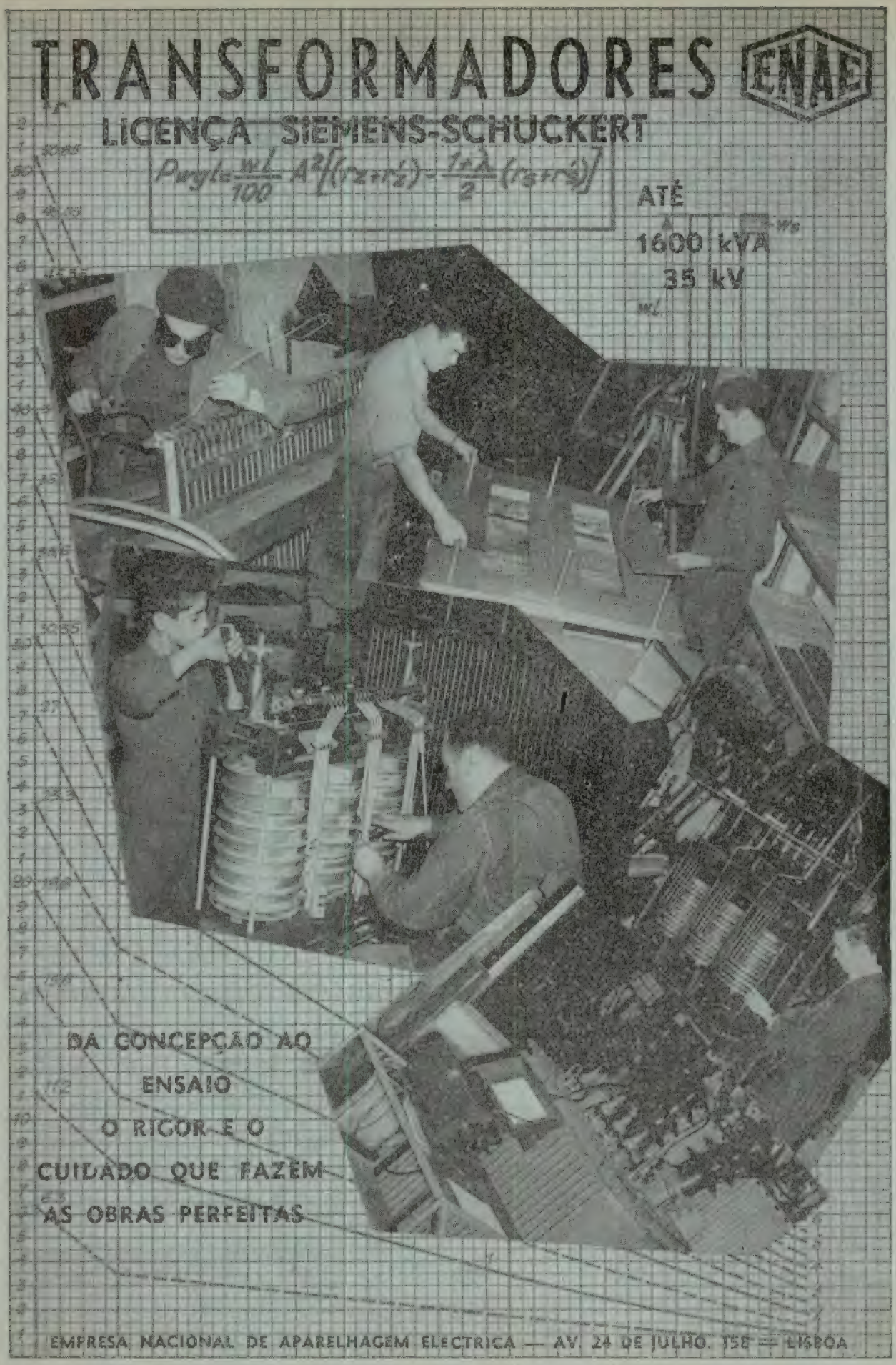
Albufeira	Energia armazenada	
	GWh	% (1)
Paradela	117,7	52,8
Venda Nova	125,0	97,6
Salamonde	26,6	96,3
Caniçada	32,0	96,3
Guilhofrei	8,2	98,7
Lagoa Comprida	23,5	80,0
Santa Luzia	35,1	56,9
Cabril	301,0	88,7
Castelo do Bode	150,8	92,5
Pracana	12,1	94,2
Póvoa	7,7 (2)	63,0
Ponsul	1,4	30,4
Total	848,1	80,8

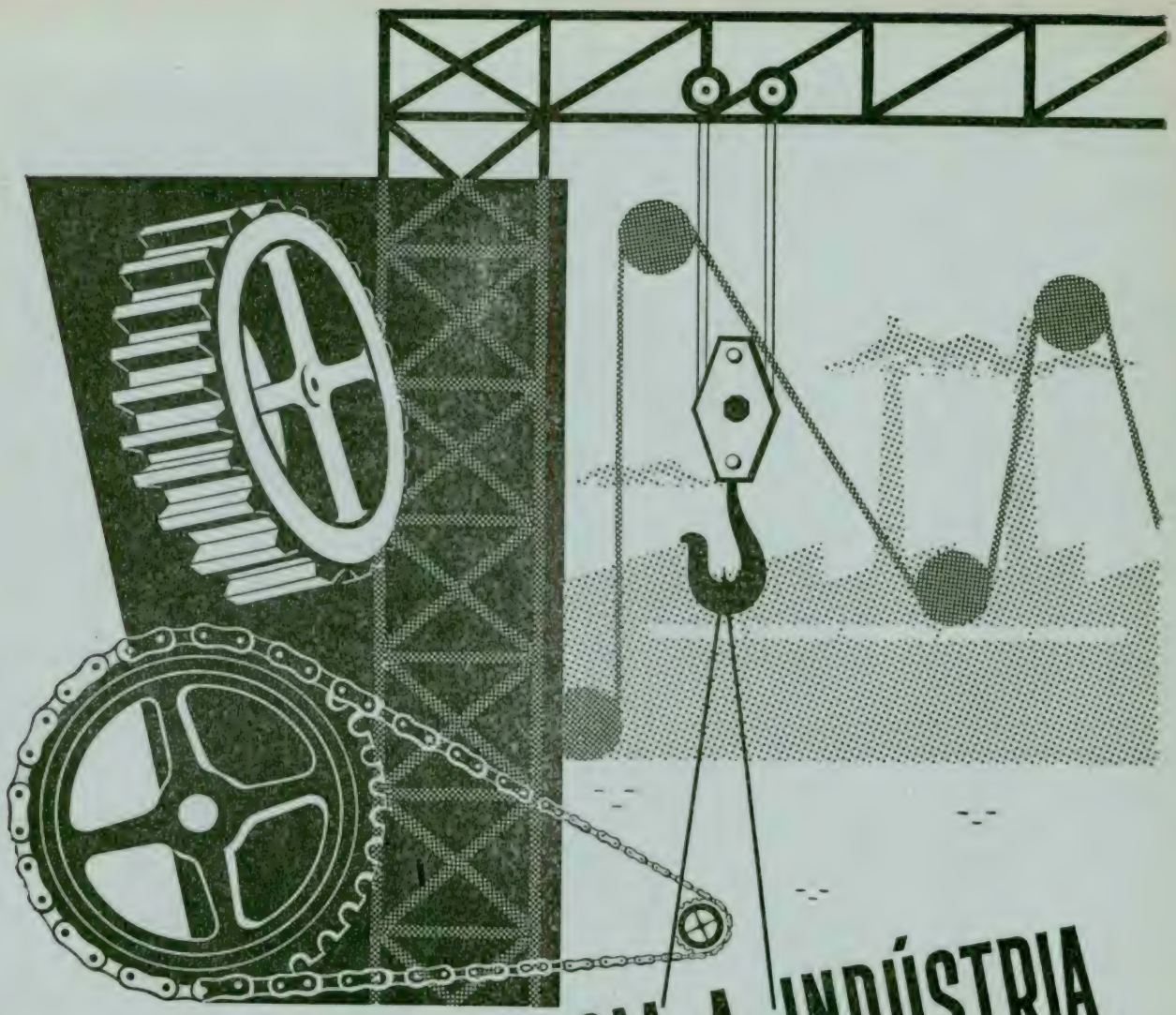
Notas:

(1) Coeficiente de enchimento em energia das albufeiras definido pela relação

$$\frac{\text{Energia armazenada}}{\text{Máx. energia armazenável}} \times 100\ \%$$

(2) Inclui 1,2 GWh armazenados no açude do Poio.


TRANSFORMADORES
ENAE
LICENÇA SIEMENS-SCHUCKERT
ATÉ
1600 kVA
35 kV
DA CONCEPÇÃO AO
ENSAIO
O RIGOR E O
CUIDADO QUE FAZEM
AS OBRAS PERFEITAS
EMPRESA NACIONAL DE APARELHAGEM ELECTRICA — AV. 24 DE JULHO, 158 — LISBOA



COLABORANDO COM A INDÚSTRIA

NA LUBRIFICAÇÃO DE TODOS
OS SISTEMAS DE ENGRENAGENS

LUBRIFICANTES

Sonap

57-154

C. D. U. 621.89:621.43

Lubrificação de Motores Diesel e de Explosão

Alguns aspectos revelados pela análise dos produtos de degradação dos óleos e sua relação com as condições de funcionamento dos motores

POR E. NESBITT
(A. F. Inst. Pet.)
Consultor Técnico da Shell Portuguesa, S. A. R. L.

Palestra promovida pela Secção Pedagógica da Associação dos Estudantes do Instituto Superior Técnico, com a colaboração dos Serviços Técnicos da Shell Portuguesa, S A.R.L.

Importância das determinações analíticas

A regularidade de trabalho e a manutenção de um motor dependem essencialmente do lubrificante e da lubrificação.

Há, portanto, além da selecção do óleo a empregar, que exercer um controle directo e muito criterioso sobre este, por forma a estabelecer o nível da sua contaminação, para que possam subsistir as condições mais favoráveis à marcha do motor e garantir simultâneamente a sua boa conservação.

Esse controle só pode ser efectuado através de um laboratório que, devidamente equipado, efectue as análises clássicas, usuais, para a determinação de características e pesquisa dos elementos de contaminação. Esses valores, interpretados individualmente e devidamente correlacionados, permitem ajuizar das possibilidades do óleo por forma a ajustar-se às condições impostas, não só para segurança como para a boa conservação da máquina.

Muito embora uma grande parte desses ensaios seja aplicável à análise de óleos minerais puros e óleos novos, existem, no entanto, certas determinações específicas utilizadas para a análise de óleos usados e para óleos contendo aditivos, estes últimos vulgarmente designados por óleos «detergentes».

Convém salientar a importância que semelhantes análises representam no sentido de se avaliar o estado do óleo, e, por outro lado, também a importância de se estabelecer a correlação entre os valores obtidos e as condições de trabalho da máquina. Este exame reveste-se de uma certa acuidade, quanto à interpretação, para que se possam tirar conclusões seguras e de interesse prático.

O presente trabalho faz especial referência a alguns dos principais ensaios que, normalmente, se efectuam para controle de características e do estado de contaminação dos óleos lubrificantes utilizados em motores.

Porém, antes de abordar o estudo dos referidos ensaios, e de se proceder à interpretação dos seus resultados, faz-se breve referência aos lubrificantes e aditivos no tocante às suas características fundamentais.

Aditivos para lubrificantes e suas propriedades

De uma maneira geral, o termo lubrificante aplica-se a qualquer substância líquida, gasosa ou sólida, que tenha a propriedade de reduzir o atrito e desgaste entre superfícies com movimento relativo.

Este trabalho confina-se à apreciação das propriedades que são conferidas aos óleos lubrificantes derivados do petróleo, pela encorporação de certos compostos químicos usados como «aditivos», tendo em vista o reforço de certas propriedades intrínsecas dos óleos lubrificantes minerais.

Define-se, neste caso, como aditivo, uma substância que se encorpora ao óleo lubrificante, para lhe conferir uma propriedade que originalmente não contém, ou ainda, reforçar uma dada característica ou propriedade que possui em escala insuficiente.

A encorporação aos óleos lubrificantes de

substâncias ou compostos químicos relativamente complexos, não constitui matéria nova. Já em meados do século passado se considerava a mistura de certos ácidos gordos e sabões, aos óleos minerais derivados do petróleo, com o objectivo de se conferirem certas propriedades específicas ou, ainda, na preparação de lubrificantes de consistência butirosa, como é o caso dos lubrificantes semi-sólidos ou massas consistentes.

Com a evolução crescente na concepção dos motores, em geral, e com os aperfeiçoamentos neles introduzidos, criaram-se novos problemas ligados à sua lubrificação e à própria manutenção, problemas esses que atingiram um tal nível de exigências que, nem os óleos minerais puros, nem a mistura destes com certas substâncias que então já eram encorporadas, podiam satisfazer completamente.

Este facto deu origem a um certo número de problemas, de grande transcendência, que só um estudo aturado, a contribuição fornecida através de ensaios muito rigorosos, e a experiência intensiva em bancos de ensaio e no campo prático puderam esclarecer, permitindo concluir quanto às necessidades e vantagens da sobreposição, aos óleos minerais, de certas substâncias químicas capazes de exercer determinadas acções específicas bem definidas, sem contudo, interferir nem alterar as propriedades lubrificantes.

São inúmeros os compostos químicos utilizados, hoje em dia, como aditivos para lubrificantes. Podem-se citar, entre outros, os que são utilizados nos óleos «Heavy Duty», e cuja acção específica se pode traduzir em:

a) — Aditivos anti-floculantes-dispersantes detergentes (constituídos em geral por compostos básicos organo-metálicos).

b) — Inibidores anti-oxidantes.

c) — Inibidores anti-desgaste.

d) — Inibidores anti-corrosivos.

e) — Aditivos anti-espuma.

f) — Correctores de extrema pressão (E. P.).

Para a lubrificação de motores Diesel e de motores de explosão empregam-se óleos de vários tipos, segundo as necessidades impostas pela máquina e pela natureza do combustível empregado. Hoje em dia, são mais largamente empregados óleos do tipo «Heavy Duty», por oferecerem, sobre os óleos minerais puros, a vantagem de proporcionarem condições excepcionais de protecção aos motores.

De acordo com a sua origem, os lubrificantes e, muito especialmente, aqueles utilizados em motores Diesel e de que nos estamos ocupando, podem ser classificados como segue:

Óleos minerais puros

São derivados do petróleo e obtidos por destilação no vácuo. Estes óleos podem dividir-se ainda em óleos leves e em óleos residuais, sendo estes últimos constituídos por fracções pesadas dessa destilação, com grande estabilidade de características, como consequência do tratamento drástico a que foram submetidos na refinação.

Óleos compostos

São ainda óleos minerais em que estão encorporados ácidos gordos ou seus esteres os quais, por possuirem grupos polares (moléculas dipolares), proporcionam maior aderência às superfícies a lubrificar, além de apresentarem características particulares que interessam em certos casos especiais.

Uma das vantagens que oferecem os óleos compostos com óleos fixos encorporados é a de aderirem às superfícies metálicas, mesmo em presença de produtos de condensação.

Porém, o comportamento destes óleos, quando submetidos às condições impostas pelos motores, sobretudo a altas temperaturas, deixa muito a desejar, porquanto sofrem uma rápida deterioração, devido à maior afinidade que oferecem à oxidação, em relação ao que normalmente se observa com óleos minerais puros.

Estes óleos, embora largamente utilizados noutros sectores industriais, não são, hoje em dia, empregados na lubrificação de motores Diesel ou de explosão, por apresentarem particular tendência para formar resíduos.

Ainda que estes óleos já não sejam largamente empregados, são, contudo, ainda utilizados com vantagem na lubrificação de motores a gás pobre e, sobretudo em máquinas pneumáticas onde, por natureza, os fenómenos de condensação são frequentes.

Óleos lubrificantes especiais e emulsões

Os primeiros são, em geral, constituídos por um óleo mineral, ao qual são encorporados apenas inibidores. Estes óleos são destinados, não só à lubrificação de movimentos, como também para a lubrificação dos cilindros. Estes óleos têm propriedades detergentes moderadas e o seu emprego limita-se à lubrificação de certos motores Diesel lentos, muito principalmente daqueles equipados com sistemas de filtragem do tipo Stream-Line.

As emulsões são também constituídas por óleos minerais tendo emulgentes especiais encorporados, a fim de permitir a suspensão de uma certa quantidade de água, a qual, por sua vez, serve de veículo ao aditivo.

A emulsão formada apresenta-se com grande estabilidade. Por este processo, consegue-se obter um lubrificante com um valor básico extremamente elevado e muito superior ao que se consegue obter com outros aditivos que apenas têm afinidade para o óleo.

Estas emulsões são apenas, destinadas à lubrificação dos cilindros de um certo tipo de motores Diesel lentos, que utilizam combustíveis residuais contendo elevado teor de enxofre.

Óleos minerais com aditivos óleos detergentes

Na gama de óleos detergentes estão incluídos todos aqueles a que foram conferidas propriedades específicas suplementares ou, ainda, especialmente reforçadas algumas das que lhe são intrínsecas.

Está compreendida neste caso a grande maioria dos óleos destinados à lubrificação de motores Diesel e de explosão.

Na preparação destes óleos, além das suas características físicas há que atender à base original do óleo. Convém, por consequência, fazer uma pequena referência aos óleos minerais que constituem o principal componente dos óleos detergentes.

Óleos minerais e selecção da sua base

Os óleos minerais consistem, principalmente, numa associação, um tanto ou quanto complexa, de hidrocarbonetos. Estes, conforme a sua estrutura molecular, podem ser classificados como segue:

a) — *Parafínicos* — Hidrocarbonetos saturados, de cadeia linear ou ramificada. Os hidrocarbonetos de base parafínica com cadeia ramificada são geralmente denominados iso-parafínicos.

b) — *Nafténicos* — Hidrocarbonetos saturados com estrutura em anel possuindo cadeias laterais.

c) — *Aromáticos* — Hidrocarbonetos com um núcleo de benzeno, naftaleno ou, ainda, antraceno, com ou sem cadeias laterais saturadas ou não saturadas.

d) — *Olefínicos* — Hidrocarbonetos não saturados com dupla ligação, tendo ou cadeia linear ou cadeia ramificada.

Em regra, a maioria dos óleos lubrificantes minerais consiste numa mistura dos componentes dos tipos indicados nas alíneas *a*), *b*) e *c*). Além disso, contém, em geral, pequenas quantidades de enxofre, de oxigénio e, ainda, de outros elementos.

De uma maneira geral, os óleos seleccionados para a lubrificação de motores Diesel e de motores de explosão são, na grande maioria, de base parafínica, à excepção de certos casos particulares, em que são empregados óleos de base naftécnica ou, ainda, uma associação equilibrada de óleos destas duas bases.

A selecção dessas bases, quando destinadas a lubrificação de motores, é efectuada segundo o seu comportamento em ensaios práticos. Depende ainda a selecção da base da sua afinidade para com os aditivos que lhe vão ser incorporados, e da sua maior ou menor tendência natural dispersante.

Os óleos base utilizados para a lubrificação de motores, quer quando empregados directamente, quer quando lhe sejam encorporados aditivos, são tratados segundo os mais modernos processos de refinação, afim de se obterem produtos oferecendo, tanto quanto possível, grande estabilidade de características e completa ausência de elementos que não intessam sob o ponto de vista de lubrificação.

Os óleos minerais podem ser obtidos com a viscosidade que for desejada, a partir da viscosidade dos óleos base, permitindo assim obterem-se óleos com as características compreendidas nas especificações estabelecidas oficialmente para um dado tipo de lubrificante.

Especificações a que obedecem os óleos «Heavy Duty»

Têm-se realizado nestes últimos anos importantes aperfeiçoamentos nas características de certos óleos mas, muito especialmente, naqueles destinados à lubrificação de motores Diesel e de motores de explosão, a fim de poderem responder à severidade dos ensaios que lhe são impostos para obedecer a determinadas especificações.

Uma das principais e mais recentes exigida para os óleos da Série Heavy Duty, é a expecificação americana U. S. A. MIL-L-2104-A, a qual abrange os óleos das séries I, II e III (Suplemental. Esta especificação é a equivalente à inglesa D. E. F./2101-A e, também, à especificação B. S. 1905/1952.

Os óleos obedecendo a estas especificações têm que satisfazer as condições impostas pelo ensaio C. R. C. L1-545 Caterpilar Diesel (motor de 1 cil., trabalhando durante 480 horas consecutivas, utilizando um combustível de 0,35 % de teor de enxofre). Este mesmo ensaio é o equivalente ao U. S. Army Ordenance AXS-1951, com igual procedimento.

O rigor deste ensaio é tal que nenhum óleo mineral, ainda que lhe tenham sido encorporados inibidores, pode corresponder satisfatòriamente.

Os óleos Heavy Duty deverão obedecer também ao ensaio correspondente à especificação U. S. Ordenance Engine Oil Spec. AX-1554 ou ao C. R. C. L4-545 para avaliação das propriedades inibidoras do óleo e, portanto, ao seu comportamento sob o ponto de vista de corrosão e oxidação.

Os óleos da classificação Suplemental I e II destinam-se à lubrificação de motores Diesel trabalhando com combustíveis que possuam um teor de enxofre igual ou superior a 1 %.

Em motores Diesel, onde as condições de trabalho sejam mais severas em carga, velocidade e temperatura, já se exigem óleos com nível de detergência mais elevado que os acima indicados e, portanto, recorre-se ao Suplemental III (Série 3). Neste caso, a percentagem de aditivos encorporados é, pràticamente, o dobro da percentagem utilizada nos outros óleos.

Para se avaliar da severidade do ensaio, bastará citar que os lubrificantes capazes de satisfazer tais requisitos contêm entre 15 e 25 % de aditivos incorporados no óleo. O aditivo detergente é, neste caso, o elemento que entra em maior percentagem, ainda que sejam, evidentemente reforçadas também grandemente as restantes características incluíndo a de propriedade multifuncional.

Acção específica dos aditivos encorporados aos óleos Heavy Duty

São bem notórias as vantagens que apresentam os óleos «Heavy Duty» empregados na lubrificação de motores Diesel e igualmente em motores de explosão, operando em condições árduas de trabalho e, muito particularmente, em motores rápidos onde os fenómenos de colagem de segmentos e de formação de lacas, são susceptíveis de ocasionar sérias dificuldades operatórias.

Estes mesmos fenómenos, mas em menor escala, são também comuns, noutros motores trabalhando em condições moderadas de carga e velocidade, e, mesmo quando não submetidos a condições árduas de trabalho, o emprego de óleos do tipo H. Duty, na lubrificação de motores Diesel, em relação aos resultados que vinham sendo obtidos com óleos minerais puros, constituíu não só um forte contributo para o melhoramento do desenho destes motores, como ainda permitiu tirar maior benefício de todos os motores em geral, quanto à sua utilização prática.

Embora este facto se deva muito principalmente à acção conjunta dos aditivos detergentes e anti-oxidantes, a verdade é que as características e natureza do óleo base, intervêm fundamentalmente nos resultados e, como tal, foram também objecto de um estudo cuidado para melhoramento das suas características finais.

A acção desempenhada pelos aditivos pode sintetizar-se como segue:

1) — Evitar a acumulação de resíduos, formação de lacas e consequente colagem de segmentos.
2) — Actuar por forma que se verifique a ausência de resíduos nas superfícies de trabalho do motor e evitar os fenómenos de floculação e, consequentemente, os enlodamentos do carter.

Estes resultados são obtidos como consequência de duas acções distintas:

a) — Por contrariar substancialmente a formação progressiva de matérias insolúveis provenientes da degradação do óleo lubrificante.

b) — Pela eliminação quase completa da deposição dos produtos de degradação que derivam tanto do óleo lubrificante como do óleo combustível.

O primeiro caso envolve o reforço anti-oxidante que lhe foi conferido pela adição de inibidores de oxidação, devendo notar-se que esse reforço não abrange qualquer meio de defesa para reduzir o efeito proveniente dos produtos de combustão tendo como original o combustível.

O segundo caso implica manter a matéria solúvel em suspensão no óleo, sendo a sua acção completada pelo uso de um aditivo detergente ou enèrgicamente dispersante, por forma a provocar uma acção peptisante eficaz.

O uso isolado de um aditivo anti-oxidante mostra-se benéfico pela acção retardadora que exerce na colagem dos segmentos e formação de lacas. Por outro lado, há necessidade, de conjugar o seu efeito com uma certa acção complementar detergente para se obter os melhores resultados e a isenção de floculações, colagem de segmentos, enlodamento do óleo no carter, principalmente quando as condições de trabalho do motor se apresentem com tendência favorável para provocar qualquer dos fenómenos apontados.

Desse facto resulta que aditivos puramente de acção detergente ou dispersante não são geralmente empregados isoladamente mas sim em conjunto com inibidores anti-oxidantes.

As duas principais razões para o emprego em conjunto desses aditivos são:

a) — um aditivo anti-oxidante reduz a formação de produtos insolúveis no óleo;

b) — a maioria dos aditivos detergentes comportam-se como pro-oxidantes, reduzindo a estabilidade efectiva do óleo à oxidação pelo facto de manterem as superfícies de trabalho limpas, facilitando, por consequência a acção catalizadora no processo de oxidação.

Deste facto resulta que estes tipos de aditivos não exercem, nestes casos acção independente notável, mas sim uma acção de conjunto ou acção complementar.

Anti-oxidantes

Da oxidação dos hidrocarbonetos resulta:

1) — formação de produtos de polimerização (com consequente aumento da viscosidade) e a separação eventual destes produtos como insolúveis no óleo, dando lugar à formação de resinas ou lacas e à precipitação de resíduos no carter.

2) — formação de produtos acidulados no óleo, os quais tendem a provocar o ataque corrosivo das ligas dos bronzes, o que constitue a principal origem de desgaste das superfícies de trabalho.

A oxidação aumenta ràpidamente com a temperatura (aproximadamente para o dobro do valor por cada 10 graus centígrados de aumento de temperatura) e é substancialmente influenciada pela acção catalisadora dos metais em presença.

A primeira fase do processo de oxidação é devido à formação de hidroperóxidos. Pode também considerar-se que a oxidação é autocatalítica, isto é, que os produtos da reacção inicial são pro-oxidantes ou catalisadores de sequência, proporcionando a oxidação subsequente.

O mecanismo da oxidação é uma reacção em cadeia, e alguns tipos de inibidores funcionam reagindo com um dos membros dessa cadeia, possìvelmente com os hidroperóxidos, para dar lugar à formação de produtos que não exercem influência alguma na oxidação de outras moléculas, dando assim lugar à interrupção da cadeia.

Devido a esta acção, o inibidor anti-oxidante vai sendo sacrificado, consumindo-se na medida em que a reacção de oxidação se for produzindo.

Como resultado do consumo do aditivo anti-oxidante, pode-se eventualmente atingir um ponto em que todo o inibidor tenha sido utilizado; uma vez que isto aconteça, opera-se, a partir deste momento, uma rápida degradação do óleo.

Na prática isto não acontece, porque ao corrigirem-se os níveis de óleo como consequência do seu consumo, introduzem-se novas cargas de óleo e portanto de aditivos, que por sua vez proporcionam automàticamente a extensão da vida do óleo.

Independentemente destes compostos anti-oxidantes que actuam por acção directa sobre os produtos de oxidação inicial do óleo, existem outros tipos de anti-oxidantes que exercem acção inibidora indirecta, por redução do efeito catalítico dos vários metais em presença, sobretudo do cobre.

Os inibidores mais vulgarmente utilizados podem-se classificar como segue:

1) — *Metalo-passivos* — Os que actuam formando uma película de sulfito sobre a superfície metálica, impedindo, por consequência, que este entre em contacto e em franca solução com o óleo.
A propósito, conhece-se que para o metal se tornar activo, deve estar dissolvido. Isto acontece por meio dos produtos da oxidação do óleo que inicialmente se formam.
2) — *Desativadores Metálicos* — Reagem com os metais em solução formando complexos organo-metálicos inertes. A sua acção pode talvez ser figurada, imaginando os desativadores envolvendo os átomos metálicos e, por consequência, impedindo-os de tomar parte activa nas reacções do processo de oxidação.

Qualquer destes inibidores anti-oxidantes, como se torna óbvio, só actua no processo de oxidação quando esteja em presença de catalisadores metálicos.

Outros tipos de anti-oxidantes, porém, podem funcionar com acção anti-oxidante dupla (retardando a oxidação mesmo com a ausência de catalisadores metálicos) e como neutralizadores da actividade catalítica do cobre, ferro, chumbo, etc.

Entre os principais anti-oxidantes que têm sido empregados, podem citar-se:

1) — Compostos azotados como sejam aminas aromáticas.
2) — Compostos oxigenados, fenóis, naftóis e seus derivados.
3) — Compostos contendo enxofre, cloro e fósforo (sob a forma individual ou combinada).
4) — Compostos organo-metálicos.

A actual tendência é para a utilização de inibidores anti-oxidantes constituídos, por compostos organo-metálicos, estando este tipo muito generalizado nos óleos da série Heavy Duty.

Aditivo detergente-dispersante

A acção de detergência conferida aos óleos minerais proporciona, segundo um mecanismo ainda mal definido, condições de peptisação assemelhando-se um pouco ao que se passa com a presença de água sobre um óleo contendo um emulgente. No caso dos óleos lubrificantes, com acção detergente, essas acções dispersantes exercem-se sobre a matéria sólida, mantendo-a em suspensão num estado de grande sub-divisão e equilíbrio, que impede a sua floculação. Como resultado, observa-se, na prática, uma notável acção de limpeza nas superfícies de trabalho dos motores.

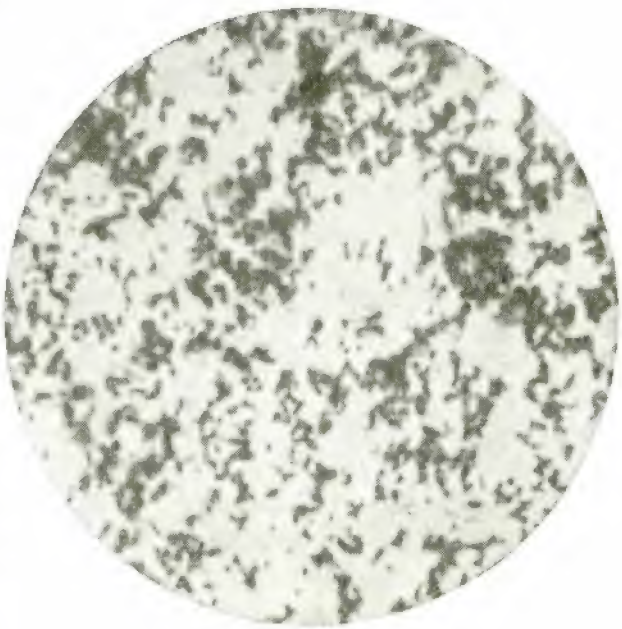


Fig. 1

Convém notar que os óleos minerais, por si, possuem também certa propriedade dispersante natural. A natureza base do óleo exerce certa influência na acção individual do aditivo favorecendo ou contrariando a sua acção.

A figura 1 mostra o aspecto microfotográfico da dispersão de sólidos em óleo mineral puro, enquanto que a figura 2 mostra a dispersão obtida no mesmo óleo depois de conter um aditivo detergente ou dispersante.

Fig. 2

Anti-corrosivos

As chumaceiras constituídas por ligas duras são mais susceptíveis ao ataque por via química, pela presença de substâncias acídicas tais como, algum dos produtos formados durante o processo de oxidação. A figura 3 mostra o aspecto da superfície de um bronze do tipo «copper lead» que foi sujeito a um ataque corrosivo durante o trabalho.

Fig. 3

Os aditivos anti-oxidantes podem inibir ou retardar a formação de tais substâncias ácidas. Podem também ser considerados como compostos anti-corrosivos. Outros aditivos, que dão lugar à formação de películas superficiais de sulfureto sobre as bases, são por sua vez, igualmente utilizados como forma de protecção contra o ataque destes órgãos.

Existem, nos motores de combustão interna, causas distintas de desgaste dos seus principais órgãos, tendo por origem, respectivamente, o desgaste por corrosão, acção abrasiva, e nalguns casos, por acção galvânica. O ataque por acção galvânica toma um aspecto característico conforme mostra a microfotografia da figura n.º 4.

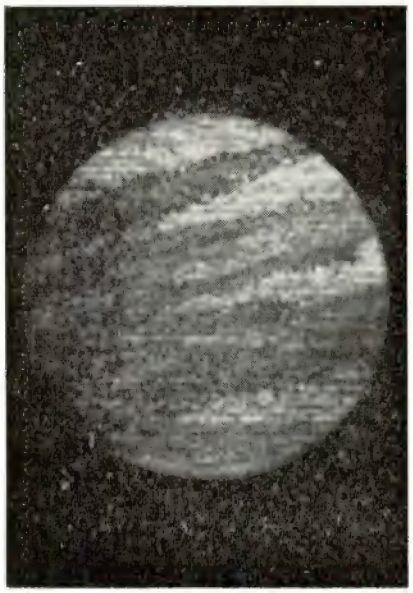


Fig. 4

O desgaste por corrosão que mais frequentemente predomina, é devido à presença de certos ácidos corrosivos que derivam do processo de queima do combustível. É extremamente acentuado quando as condições de trabalho do motor são favoráveis aos fenómenos de condensação, como é o caso do funcionamento a baixa temperatura, ou com intervalos curtos.

A presença de certos aditivos no lubrificante e a própria natureza química dos mesmos, tem sido estudada de modo a proporcionar a neutralização dos ácidos, tendo em vista a redução substancial desse processo de desgaste.

De uma maneira geral, todos os aditivos empregados hoje em dia nos óleos lubrificantes

destinados a motores, possuem, por natureza, propriedades multi-funcionais, isto é, possuem mais que uma das propriedades acima indicadas, além de oferecerem uma característica acentuadamente super-básica.

Como resultado do seu comportamento, a todos os óleos lubrificantes, destinados em geral à lubrificação de motores Diesel, são encorporados aditivos do tipo organo-metálico. Os aditivos deste tipo encontram-se dispostos perifèricamente em relação à molécula metálica. A sua reacção é básica.

Os casos típicos dos metais empregados nestes aditivos são, em geral, o bário, o cálcio e o zinco.

Contaminação dos óleos e produtos de degradação

Convém salientar a importância dos fenómenos que normalmente se observam com a formação dos depósitos e contaminação dos óleos lubrificantes utilizados em motores, mas muito especialmente em motores Diesel, onde este facto se torna mais acentuado e o óleo sofre maior degradação. A figura 5 mostra um exemplo de como aumenta o valor dos produtos de contaminação à medida que se somam as horas. No gráfico em referência indicam-se os principais elementos de contaminação e os valores referem-se a um motor Diesel de 640 H. P., operando a carga constante, tendo um consumo de lubrificante de 1,77 kgs./hora, produzindo contaminantes na razão de 0,1 gr./H. P. e por hora.

É evidente, porém, que a contaminação dos óleos lubrificantes, embora indesejável, é uma consequência directa das condições de trabalho do motor. Contudo, torna-se necessário determinar a origem dessa contaminação, sempre que o seu valor exceda os limites normais, na medida em que afectem as condições de manutenção ou possam interferir na regularidade de trabalho do motor.

Para esse efeito, recorre-se à análise do óleo usado, determinando, segundo métodos clássicos estabelecidos, a natureza e os valores de contaminação, correlacionando-os então de forma a que, através destes, se possa estabelecer a origem ou os factores que concorrem para esse fenómeno.

Além das determinações clássicas que se utilizam, como prática corrente, na análise dos óleos usados, pode-se, ainda, nalguns casos, ampliar o campo de investigação, recorrendo a ensaios de natureza diferente, e mais completa, logo que haja em vista estabelecer de forma mais concreta os efeitos resultantes dessa contaminação sobre determinados órgãos do motor, ou ainda antecipar as consequências que podem advir da sua presença no óleo.

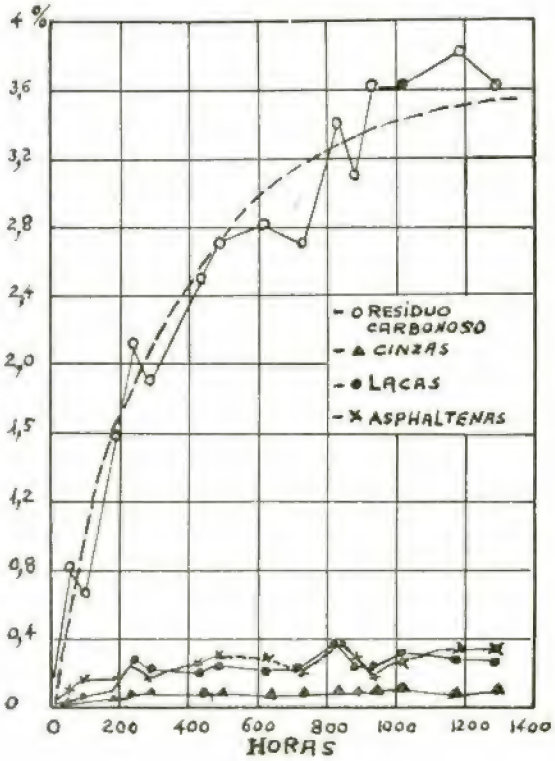


Fig. 5

Antes, porém, será de interesse enumerar algumas das principais determinações analíticas efectuadas para controle e identificação dos óleos novos, cujas características é, por vezes, necessário correlacionar com aquelas obtidas no ensaio dos óleos usados.

Para estes últimos, como é evidente, incidem outras determinações complementares para pesquisa dos produtos de degradação e contaminação por elementos estranhos ao óleo.

As principais características que nos óleos novos se determinam, podem resumir-se em: *Peso específico; Ponto de inflamação; Ponto de combustão; Viscosidade; Índice de viscosidade; Resíduo de carbono; Cinzas; Cor; Ponto de congelação; Número de neutralização; Cinzas sulfatadas; Titulação electrométrica* (T. B. N. - E.).

Para o ensaio de óleos usados, a determinação de certas características indicadas acima não tem

qualquer significado prático e, por consequência, a análise incide sobre a natureza dos contaminados, e sobre a sua determinação quantitativa.

Para efeitos do controle de óleos usados, as principais determinações são: *Número de precipitação; Ponto de inflamação; Água; Matéria insolúvel; Corrosão; Cinzas sulfatadas; Número de neutralização; Diluição; Viscosidade; Análise elementar ou espectrográfica; Número base do óleo por titulação electrométrica* (T. B. N. - E.).

É principalmente da análise efectuada sobre óleos usados que nos vamos ocupar. Salienta-se, portanto, neste caso, a importância dos valores obtidos nalgumas das principais determinações levadas a efeito para avaliação do grau de contaminação do óleo e da sua importância sob o ponto de vista de lubrificação.

Há ainda a considerar, sob o aspecto analítico, não só o significado do ensaio, como ainda até que ponto este pode ser considerado como medida segura e concludente para a interpretação final dos resultados.

As várias determinações analíticas que se fazem incidir sobre o óleo usado são geralmente efectuadas para se avaliar o seu grau de degradação e verificar se o conjunto de características que apresenta, pode ainda satisfazer as exigências de lubrificação do motor, salvaguardando este dum desgaste permaturo.

Pode considerar-se esse exame ao óleo usado como um método clássico de controle, não só do comportamento do óleo, como ainda das condições de funcionamento e estado do motor, porquanto, pela interpretação dos resultados, podem determinar-se as boas ou más condições em que o motor está operando.

A análise clássica efectuada sobre o óleo usado torna, portanto, possível exercer um controle seguro sobre a marcha do motor e assegurar dentro de limites de segurança, uma boa manutenção e um funcionamento regular da máquina.

A natureza dos produtos de degradação que podem ser formados a partir de qualquer dos hidrocarbonetos utilizados nos motores em geral, depende em larga escala das condições de trabalho a que a máquina está submetida.

Em regra, são factores concorrentes: o seu estado de conservação; a sua taxa de carga e temperatura; e, muito especialmente, a tendência que, nas condições acima, possa apresentar para uma aceleração do processo de oxidação que, aliás, normalmente se opera durante a sua marcha.

A figura 6 indica os vários gradientes de temperatura observados num pistão de liga de alumínio com 17,5 polegadas de diâmetro, por 15 polegadas de curso, como uma pressão média de 5,6 kgs/cm^2, trabalhando a 490 r. p. m. A linha ponteada corresponde às temperaturas verificadas trabalhando o motor com refrigeração suplementar efectuada por jacto de óleo; e a linha contínua, às temperaturas sob regime normal de refrigeração. Os números de 1 a 43 correspondem à posição dos testemunhos fusíves para a obtenção das temperaturas em marcha de ensaio.

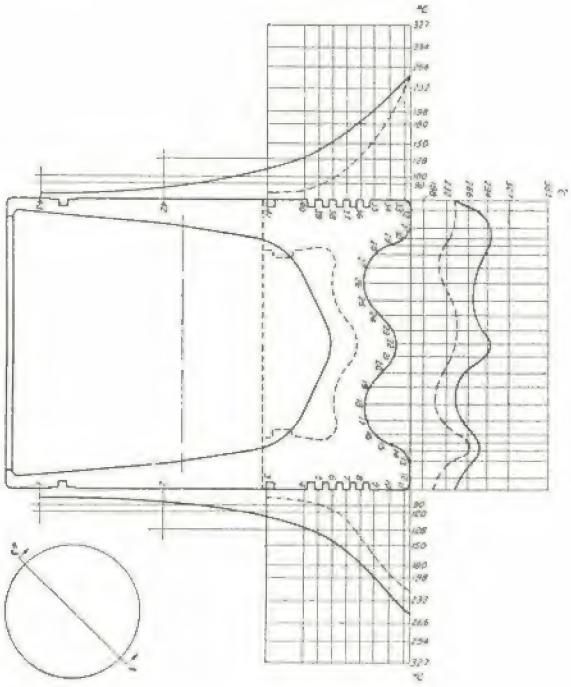


Fig. 6

Pelo gráfico em questão se verifica a forte contribuição das temperaturas elevadas de trabalho dos pistões na formação de resíduos carbonosos.

Os sedimentos, constituídos por uma gama de produtos de natureza variada, são susceptíveis de seleccionamento, sendo porém a sua determinação feita, em regra, apenas quantitativamente.

Interpretação dos resultados dos ensaios

Enumera-se, seguidamente, o significado de cada ensaio tendo em vista a interpretação dos resultados.

1 — *Número de precipitação*

Este ensaio consiste em diluir 10 ml do óleo a ensaiar, com 90 ml de um diluente do tipo padrão, numa proveta graduada cónica, registando-se o valor do precipitado depois de centrifugada.

Significado: Este ensaio sobre óleos novos não oferece qualquer interesse prático, porque, em geral, estes apresentam valores desprezíveis.
Porém, nos óleos usados, esta determinação tem por vezes certo interesse, porquanto permite avaliar o valor dos precipitados totais constituídos por matéria orgânica insolúvel, água, e outras impurezas, e efectuar, a partir do precipitado, outros ensaios de identificação.

2 — *Ponto de Inflamação e Combustão*

Este ensaio é efectuado numa aparelho standard servindo apenas para a identificação do óleo.

O ponto de inflamação de um óleo pode ser definido como sendo a temperatura à qual deve ser aquecido, por forma a libertar vapores em quantidade suficiente para se inflamar, ao passo que o ponto de combustão será a temperatura à qual terá que ser aquecido para formar vapores que ardem contìnuamente.

O ponto de inflamação dum óleo constitui uma indicação aproximada da sua volatilidade. O seu valor depende, em parte, do processo a que o óleo foi submetido durante o tratamento de refinação.

A indicação fornecida através dos pontos de inflamação ou combustão não constitui uma indicação precisa sobre a qualidade ou comportamento de um óleo, embora tenha querido ser assim interpretado para explicar alguns casos de consumo excessivo quando utilizado em motores.

A temperatura de inflamação e combustão de pràticamente, todos os óleos, é superior à temperatura que se verifica no carter dos motores e restantes superfícies lubrificadas, de forma que as perdas por evaporação ou volatilidade constituem um factor de segundo plano. Outros factores ligados às características físicas dos óleos, tais como a sua viscosidade, e ainda a temperatura de trabalho no motor e as suas condições mecânicas, exercem influência muito mais acentuada no consumo. Não existe, portanto, qualquer relação bem fundada entre os pontos de inflamação do óleo e o seu consumo em motores.

Acontece até, que uma grande parte dos óleos correntemente utilizados em motores, principalmente os óleos detergentes do tipo Heavy Duty, apresentam muitas vezes pontos de inflamação mais baixos que o próprio óleo mineral que constituiu o seu elemento base, devido à incorporação dos aditivos.

O ponto de inflamação em óleos usados serve apenas para determinar a existência de qualquer elemento estranho que tenha modificado o valor original do óleo.

3 — *Determinação de água no óleo*

Ensaiam-se 100 ml de óleo dissolvidos em 100 ml de Xilol. Efectua-se a distilação da água a qual é recolhida num dispositivo de retensão graduado «Trap» e o volume distilado avaliado directamente em percentagem.

Significado: Este ensaio é sòmente utilizado para óleos novos quando estes se apresentam com vestígios de água emulsionada, servindo para determinação da quantidade de água existente.
Para óleos usados este ensaio reveste-se de grande importância para determinação da água existente no óleo, em regra dificilmente visualizada, devido à cor escura com que o óleo usado em geral, se apresenta, sendo a água de contaminação proveniente, em parte, da condensação que se opera no carter, ou da condensação dos gases proveniente da combustão, ou ainda por qualquer razão acidental.
A água constitui um elemento indesejável, dando lugar à modificação de certas características físicas do óleo e à corrosão dos vários órgãos do motor.
Quantidades elevadas de água no óleo dão lugar à formação de emulsões relativamente estáveis,

e, consequentemente, ao aumento substancial da viscosidade do óleo. Quando se trata de óleos detergentes, as emulsões formadas em presença da água apresentam-se extremamente fechadas e de grande estabilidade, devido à maior afinidade emulgente do óleo em presença de certos aditivos.

Em regra, não é de aconselhar a presença de mais que 0,2 % de água no óleo. Qualquer valor acima implica fazer um exame mais detalhado às condições de marcha do motor a fim de se conhecerem as causas da sua presença.

4 — *Material insolúvel*

O método clássico para a sua determinação, consiste em efectuar uma separação dos sedimentos, segundo a sua solubilidade em dissolventes de características distintas e seleccionadas conforme método estabelecido, de forma a se obterem:

a) — Sedimentos insolúveis em Éter de Petróleo.

b) — Sedimentos insolúveis em Benzeno.

No entanto, pode-se descer ao detalhe, partindo dos referidos sedimentos, para se obter por desdobramento:

I) — Material oleoso solúvel em Éter de Petróleo (I. P.) — 60/80° C. (Benzina isenta de aromáticos).

II) — Lacas insolúveis em Éter de Petróleo 60/80° C., levemente solúveis em Benzeno e solúveis em Álcool.

III) — Asfaltenas — produtos residuais do tipo asfáltico, insolúveis em Éter de Petróleo 60/80°C. e Álcool, mas solúveis em Bezeno.

IV) — Resíduos carbonosos, produtos fuliginosos e cinzas insolúveis em Éter de Petróleo 60/80°C., Álcool de Benzeno.

Embora através de outros métodos de investigação, baseados em ensaios químicos ou físicos mais complexos, pudessem ser determinados outros elementos existentes, a verdade é que os ensaios de rotina permitem, em primeira aproximação, tirar conclusões bastante seguras.

Reservam-se os ensaios de maior detalhe para todos aqueles casos em que uma pesquisa mais profunda nos sedimentos se imponha, para avaliar com precisão a natureza de certos elementos existentes, para determinar a sua origem e a sua possível influência sobre determinados órgãos mais sensíveis do motor.

Como ordem de grandeza, e duma maneira geral, uma percentagem de 1,5 % de insolúveis em Éter de Petróleo pode ser considerada como tolerável, ainda que denote um estado de contaminação apreciável.

Existe também um outro método utilizado para a apreciação da matéria insolúvel. Consiste na centrifugação de 10 grs. de óleo usado, agitados com 90 ml. de n-Pentano ($C_5 H_{12}$). (ponto de ebulição inicial de 92° F. min.) sendo pesado o precipitado insolúvel e calculada a percentagem existente no óleo. A determinação dos insolúveis em Benzeno ($C_6 H_6$) é efectuada nos mesmos moldes do ensaio anterior com n-Pentano.

Os ensaios para determinação dos insolúveis com n-Pentano e Benzeno são efectuadas para determinação da matéria insolúvel contida nos óleos usados. Esta matéria insolúvel inclui sólidos e outros contaminantes que provêm de fontes estranhas ao lubrificante, tal como poeiras e outras matérias, partículas metálicas, produtos de combustão, resinas ou lacas, presentes por decomposição térmica e oxidação das fracções pesadas do combustível.

A interpretação feita à luz dos resultados com a extracção de n-Pentano e Benzeno baseia-e no princípio de que o n-Pentano precipitará no óleo usado todos os sólidos e matérias insolúveis incluindo uma grande parte das resinas ou lacas que derivam da oxidação do combustível.

A maior parte das resinas são solúveis em Benzeno de forma que os insolúveis em Benzeno podem ser considerados como sendo compostos que em grande parte derivam da contaminação do óleo.

A interpretação dos resultados colhidos com um ensaio de insolúveis em n-Pentano e Benzeno, tal como é efectuada, poderia resolver-se por:

— Insolúveis em n-Pentano—Insolúveis totais.

— Insolúveis em Benzeno — insolúveis (contaminantes).

— Insolúveis em n-Pentano menos Benzeno — resinas ou lacas (insolúveis) produzidas pela oxidação ou termo-decomposição dos óleos lubrificantes e combustíveis.

Esses ensaios não são verdadeiramente selectivos devido à natureza indefinida e variada das resinas formadas existentes no óleo usado.

Não existe qualquer método, nem está estabelecido qualquer ensaio, que permita efectuar a distinção entre as resinas provenientes de termo-decomposição e da oxidação das fracções mais pesadas do combustível, e aquelas que possam ter como proveniência o lubrificante.

Conclui-se desse facto que o valor encontrado entre os sedimentos insolúveis em n-Pentano e os insolúveis em Benzeno por subtracção não corresponde exactamente à oxidação que se operou no lubrificante; quanto muito, deverá ser tomado como um valor relativo.

5 — *Corrosão*

O método consiste na apreciação da cor que toma uma lâmina de cobre pulido imersa no óleo a ensaiar e submetida durante 3 horas a 100° C. Ao fim deste tempo, é retirada a lâmina, lavada com acetona e examinada a sua coloração, ataque ou qualquer outro sinal evidente de corrosão.

Este ensaio tem merecido certa controvérsia, em virtude de certos óleos causarem uma dada coloração da lâmina, sem que, por esse facto, devam ser considerados corrosivos.

Óleos contendo enxofre elementar ou certos compostos de enxofre instáveis orgânicos, tais como bi-sulfuretos, provocarão uma acentuada coloração da lâmina de cobre. Nestes casos, seria mais correcto considerar-se um ensaio de actividade de enxofre.

Óleos lubrificantes minerais puros bem refinados raramente causaram mais que uma leve mudança na tonalidade de cor. No entanto, muitos dos óleos Heavy Duty (óleos detergentes) contendo inibidores de oxidação com elemento activo de enxofre e, ainda, outros inibidores destinados à protecção dos bronzes das chumaceiras, causarão também neste ensaio uma coloração acentuada na lâmina de cobre.

Parece um tanto ou quanto paradoxal, portanto, que alguns óleos do tipo detergente contendo certa classe de aditivos e que se comportam nos motores satisfatòriamente como anti-corrosivos, sejam considerados de certo modo agressivos quando submetidos a este ensaio. Porém, este ensaio, quando conduzido em óleos usados, provenientes de motores Diesel trabalhando com combustíveis com elevado teor de enxofre, pode fornecer uma indicação mais concreta sobre uma possível agressividade do óleo, principalmente sobre os vários metais ou chumaceiras dos motores. Neste caso, a agressão provém em geral da acidez mineral contida no óleo.

6 — *Cinzas Sulfatadas*

O ensaio das cinzas sulfatadas é conduzido nos mesmos moldes que o ensaio para determinação de cinzas, exceptuando o tratamento efectuado ao resíduo inorgânico que é atacado com ácido sulfúrico de forma a que quaisquer metais presentes sejam convertidos a sulfatos, os quais são menos susceptíveis de se volatilizarem.

Este ensaio, quando efectuado sobre óleos minerais, puros, portanto, sem qualquer aditivo, não tem qualquer significado prático, porquanto proporciona os mesmos resultados que um ensaio normal de cinzas.

Com óleos contendo aditivos metálicos, o ensaio de cinzas sulfatadas pode fornecer uma indicação sobre o quantitativo dos aditivos incorporados, desde que se conheça de antemão a composição destes. De contrário, sòmente um ensaio mais pormenorizado, como o ensaio espectrográfico e a análise química poderá determinar o tipo de aditivo e a sua concentração.

Da determinação das cinzas sulfatadas efectuada sobre óleos novos do tipo H. D. ou detergente já esse ensaio permite fornecer uma indicação muito aproximada sobre o teor de aditivo, uma vez conhecido o seu valor base. Porém, quando se efectua sobre óleos usados, há que tomar em consideração a influência que exerce sobre o valor final obtido a presença de metais provenientes do desgaste do motor e outros contaminantes, muito principalmente quando se pretende determinar a quantidade efectiva de aditivo presente no óleo.

Convém notar que o aditivo que, na verdade, exerce acção efectiva é apenas aquele que se encontra dissolvido no óleo.

Os produtos de degradação do próprio aditivo, insolúveis no óleo e presentes em suspensão neste, não exercem qualquer acção benéfica do ponto de vista funcional, e, por consequência, ao estabelecer o ensaio do óleo, tendo em vista a apreciação do teor em aditivo, haverá que estabelecer uma barreira de separação.

Neste caso, o óleo a ensaiar deverá ser submetido a uma filtragem prévia por filtros especiais estereomáticos ou filtros bacteriológicos, e só depois se deverá proceder ao ensaio para determinação de cinzas sulfatadas.

A filtragem tem, ainda, como objectivo remover a matéria insolúvel contida no óleo, tais como poeiras de sílica e sedimentos provenientes do desgaste, os quais intervêm, como acima dissemos desfavoràvelmente nos resultados finais do tensaio.

No entanto, este ensaio, na melhor das hipóteses, fornece apenas uma ideia geral da quantidade de aditivo efectivamente existente no óleo, podendo, a partir do valor obtido, estabelecer o nível de desgaste sofrido e avaliar-se se o equilíbrio do óleo é de molde a que se obtenham resultados satisfatórios e as condições necessárias de detergência e dispersão.

Hoje em dia, existem já outros métodos que para certos aditivos, mostram ser mais prometedores no que respeita ao quantitativo exacto de aditivo activo existente no óleo e, portanto, avaliar com mais rigor a sua acção funcional.

A coordenação com a percentagem de aditivo existente no óleo quando novo, em relação à percentagem de esgotamentos do aditivo, tem especial importância apenas nos óleos detergentes, visto que, da sua presença no estado activo e ao nível mínimo exigido, dependem inteiramente os resultados obtidos do ponto de vista de protecção do motor.

7 — *Numero de Neutralização*

O número de neutralização, número ácido ou básico, é obtido segundo os métodos clássicos colorimétricos.

O número de neutralização de um óleo, quer seja ácido quer básico, é o peso, expresso em mg., de hidróxido de potássio necessário para neutralizar um grama de óleo, ou equivalente ao seu conteúdo básico.

Os óleos minerais não apresentam número ácido superior a 0,2 ; porém, em óleos detergentes, o significado do número básico deverá ser tomado com certa reserva, porquanto um certo número de aditivos, empregados actualmente, tanto reagem com hidróxido de potássio como com ácido sulfúrico, dando, em qualquer dos casos, valores relativamente elevados.

O ensaio sobre óleos usados tem por objectivo determinar qualquer mudança de valores que se tenham operado durante a utilização do óleo.

Através dos valores colhidos pode estabelecer-se certa correlação com o seu valor original. No entanto, esse valor pode ser influenciado também pela presença de elementos ácidos, uns, com origem em produtos de oxidação, e outros, provenientes do processo de combustão.

O ensaio sobre óleos usados, só por si, sem se relacionar portanto com os valores originais, não tem qualquer significado prático, não podendo esses valores ser usados como medida directa para ajuizar da qualidade ou comportamento do óleo.

8 — *Diluição (Combustível diluente)*

O ensaio para determinação do teor do combustível diluente não é extremamente rigoroso, particularmente quando incide sobre óleos lubrificantes de baixa viscosidade, alta volatilidade.

Este ensaio pode, no entanto, dar uma indicação muito aproximada quanto ao grau de contaminação do óleo com o combustível, muito principalmente quando correlacionado com outras determinações analíticas, tais como viscosidade e teor da matéria insolúvel.

Em geral, a percentagem de combustível diluente, em óleos usados retirados de motores Diesel, que estejam operando satisfatòriamente, não excede, no máximo, 3 % em volume. Normalmente os valores são sempre inferiores quando o motor esteja operando satisfatòriamente. Em regra, um valor de combustível diluente próximo de 5 %, já constitui uma boa razão para investigar a sua causa.

Uma diluição de 5 % de gasoil pode reduzir substancialmente a viscosidade do óleo. Um óleo do tipo S. A. E. 30 pode ser fàcilmente transportado ao nível de viscosidade de um óleo S.A.E. 20 com apenas 5 % de combustível diluente.

A propósito, convém salientar que, em motores de explosão, utilizando gasolina, o valor de combustível diluente, pode ir até 6 % por volume. Em motores deste tipo, trabalhando com petróleo, a diluição chega a atingir 10 e 15 % por volume.

Qualquer valor acima daqueles indicados, denota sempre um mau funcionamento do motor ou, ainda, que o óleo não foi substituído na devida altura.

Este ensaio, porém, não tem qualquer significado prático quando o óleo usado a ensaiar provenha de motores Diesel funcionando com combustíveis residuais, como por exemplo do tipo Diesel ou «Fuel oil».

9 — *Viscosidade*

Embora a determinação da viscosidade do óleo usado não corresponda exactamente à viscosidade real, devido à imprecisão originada pela matéria suspensa no óleo, os valores obtidos são, porém, de molde a poderem ser considerados como medida prática de avaliação.

A viscosidade do óleo varia na medida em que este vai sendo utilizado no motor. A presença de substâncias insolúveis provenientes da oxidação assim como outros produtos de contaminação e água dão lugar a que se verifique uma modificação sensível na viscosidade.

Enquanto que a presença de água emulsionada num óleo dá lugar ao aumento de viscosidade, a contaminação pela presença de combustível é causa de um decréscimo sensível na viscosidade.

10 — *Análise Espectrográfica*

A análise espectrográfica permite obter, através do espectro característico, a identificação dos elementos presentes no óleo usado.

Este tipo de análise, embora menos empregado, como prática corrente, em ensaios de rotina, tem sido contudo largamente utilizado na pesquiza de elementos presentes nos óleos de lubrificação usados, muito particularmente, para o controle duma certa classe de motores Diesel.

Torna-se especialmente útil na determinação dos metais, ou de outras substâncias presentes no óleo, permitindo ainda pela interpretação do espectro, conhecer a existência quantitativa dos elementos contidos no óleo e correlacionar esses valores com o estado e condições de trabalho do motor.

Para melhor se avaliar até que ponto podem ser considerados os valores que normalmente são atribuídos como limites aceitáveis, podem citar-se, por exemplo, aqueles estabelecidos para um dado caso específico de motores Diesel.

Chumbo (Pb.)	—	0 a 10 p.p.m.
Silício (Si)	—	0 » 6 »
Ferro (Fe)	—	0 » 30 »
Crómio (Cr)	—	0 » 5 »
Alumínio (Al)	—	0 a 3 p.p.m.
Cobre (Cu)	—	0 » 4 »

A determinação de crómio pela análise espectrográfica, neste caso, visa não só o desgaste das camisas com protecção de crómio, efectuada segundo o processo «VAN DER HORST» como ainda a contaminação acidental com o fluido anti-oxidante utilizado na refrigeração e constituído por uma solução de água e bicromato de potássio.

Pode-se mesmo, através deste ensaio, uma vez conhecido o motor, predizer com certa precisão, a existência de um desgaste anormal e apontar qual dos órgãos da máquina está sendo afectado. Este mesmo ensaio, permite ajuizar do comportamento do sistema de filtragem do ar do motor e avaliar os desgastes mecânicos provenientes da erosão dos metais correspondentes às várias superfícies de trabalho.

11 — *Número de neutralização (Titulação Potenciométrica) (T. A. N. - E. e T. B. N. - E)*

Este ensaio é efectuado por meio de um dispositivo de regulação electrométrica com electrodos de calomelanos, através do qual se pode obter uma indicação precisa da quantidade efectiva de aditivo presente no óleo.

O processo da determinação do valor da neutralização (números ácidos e básicos) dos produtos de petróleo, baseia-se na separação em grupos de ácidos fortes e ácidos fracos, de bases fortes e bases fracas, conforme as suas propriedades ionizantes, uma vez que as constantes de dissociação da maior parte dos ácidos ou bases fortes são extremamente diferenciadas das constantes de dissociação dos ácidos e bases fracas.

O número total básico determinado pelo método electrométrico dum óleo novo indica a extensão na qual o óleo é capaz de neutralizar os ácidos, enquanto que o T. B. N. do óleo usado indicará a capacidade do óleo em neutralizar os ácidos que se formarão durante as operações futuras.

Depois do valor T. B. N. descer a zero, o ensaio passa a número ácido forte S. A. N. e indica a completa ausência de alcalinidade efectiva. Neste caso, o óleo já não dará protecção contra o ataque corrosivo.

Contudo, embora constitua um dos melhores e mais modernos processos de análise para a

avaliação das percentagens de aditivo contido no óleo, os seus resultados não fornecem qualquer indicação quanto ao comportamento do mesmo, porquanto, a determinação da presença do metal do aditivo. solúvel no óleo, não é por vezes, indício suficiente para avaliar da efectividade do aditivo, visto haver aditivos que, embora desmetalizados podem ainda manter acção efectiva e propriedade anti-desgaste.

Efeitos da presença de sedimentos no desgaste do motor

Verificamos como por meio dos ensaios atrás indicados se determina a natureza e quantidade de matéria contaminante existente no óleo usado.

Resta agora ver até que ponto é possível evitar os referidos sedimentos, ainda que nas quantidades normalmente toleradas, exercem influência predominante no desgaste do motor, muito principalmente aqueles de natureza abrasiva.

Como atrás se fez referência os óleos detergentes reduzem a formação e os efeitos causados pela presença de produtos de oxidação, resíduos de carbono, produtos acidulados, lacas, etc. Estes óleos porém não exercem influência alguma sobre a natureza de outros elementos estranhos, de contaminação, como sejam poeiras, partículas metálicas, asfaltenas etc., e que se encontram disseminados no óleo.

Há necessidade portanto que os motores sejam equipados com determinados dispositivos de filtragem, bastante eficientes, por forma a reter todas essas impurezas mecânicas a impedir que sejam transportadas para o circuito de lubrificação.

Os dois principais pontos a considerar para a filtragem são respectivamente:

a) — Filtragem do ar admitido ao motor.
b) — Filtragem do óleo no circuito de lubrificação do motor.

Para a filtragem do ar utilizam-se vários tipos de filtros sendo os mais largamente empregados os de circuito invertido em banho de óleo. Contudo, dada em geral as suas pequenas dimensões, a sua eficiência não é de molde a proporcionar uma isenção absoluta de poeiras admitidas ao motor.

Para o circuito do óleo, a adaptação de um filtro capaz de reter todas a impurezas existentes no óleo apresentaria certos inconvenientes como por exemplo:

1) — Grande superfície útil de filtragem necessária e por consequência de dimensões que nem sempre se podem ajustar às possibilidades.

2) — Maiores cuidados de manutenção e maior custo de substituição dos elementos filtrantes.

Existe porém uma certa percentagem de sedimentos contidos no óleo que são mais prejudiciais que outros e, portanto, resta a possibilidade de abandonar os mais inofensivos e reter nos filtros apenas aqueles que maior agressividade apresentam.

A matéria carbonosa, lacas e outras impurezas residuais consideradas em geral mais inofensivas sob o aspecto abrasivo, quando mantidas em suspensão num estado de grande subdivisão devido à acção peptisante do óleo detergente, poderiam em parte ser abandonadas, efectuando o filtro apenas a retenção dos sedimentos mecânicos de maior dimensão.

Os vários ensaios levados a efeito para determinação do grau de desgaste nos motores, tendo por base os sedimentos abrasivos e suas dimensões, demonstraram que a maior agressividade provém dos sedimentos com dimensões compreendidas entre 10 e 15 microns, e que os resíduos tendo por origem a decomposição do óleo lubrificante e aqueles provenientes do processo de queima do combustível apresentavam não só, menos agressividade, como ainda as suas dimensões são em geral interiores a 10 microns.

A rápida remoção dos sedimentos no circuito de óleo do motor depende de dois factores que consistem na eficiência de separação obtida pelos elementos filtrantes e do caudal que atravessa o filtro.

Estes factores limitam de certo modo a selecção do filtro porque para um maior caudal tendo em vista a restrição de dimensões necessária dar ao filtro será necessário sacrificar em parte a sua eficiência e vice versa.

Existem vários tipos de filtros aplicados aos motores, dependendo, o tipo de dimensões, do

caudal circulado no motor e também conforme se tratem de unidades móveis ou estacionárias.

Referimo-nos apenas aos tipos mais correntes aplicados em geral a motores Diesel rápidos e que consistem num só elemento de filtragem funcionando sob qualquer dos princípios seguintes:

a) — Filtro em derivação «By-pass».

b) — Filtro interceptando o caudal (filtragem integral) «Full-Flow».

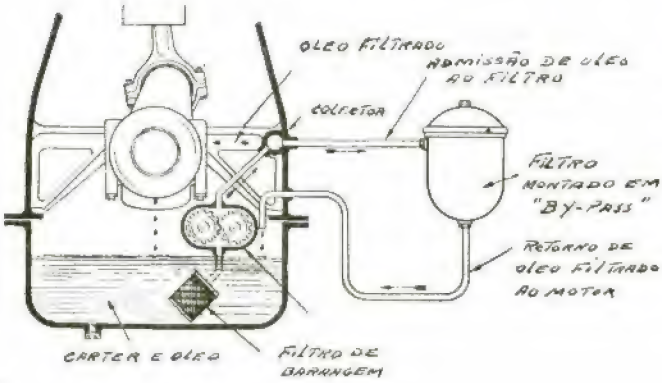


Fig. 7

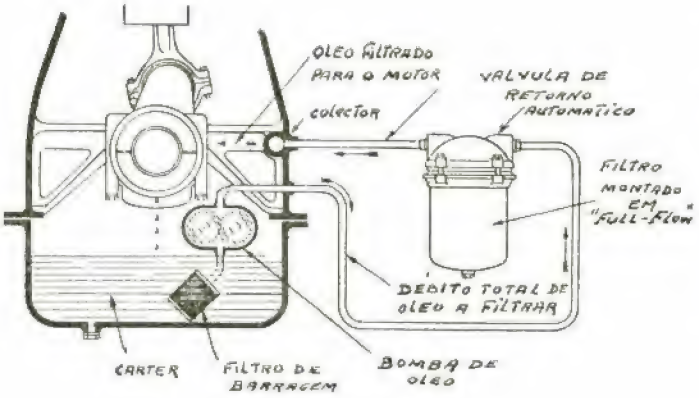


Fig. 8

Os sistemas mais vulgarmente utilizados são os primeiros ainda que menos eficientes porque em regra o volume de óleo por eles atravessado é de cerca de 10 % do volume de óleo circulado no motor.

A forma como qualquer destes filtros se encontra no circuito pode ser fàcilmente apreciada pelas figuras 7 e 8 em que se mostra a filtragem efectuada segundo o sistema *a*) «By-pass» e *b*) «Full-Flow» respectivamente.

Neste úlimo tipo de filtro, existe uma válvula de retorno entre a admissão do óleo e a saída para o colector geral de alimentação ao motor, por forma a permitir um «By-pass» natural sempre que a resistência do filtro por colmatagem, ultrapasse um certo valor, permitindo assim que a lubrificação do motor se efectue normalmente, não obstante a colmatagem parcial ou total do filtro.

A filtragem do óleo e do ar num motor constituem factores de primordial importância para a sua conservação muito principalmente contra um desgaste prematuro. Para melhor se avaliar da sua importância a figura 9 representa diagramàticamente os resultados obtidos em ensaios de filtragem efectuados num motor Diesel de 18 H. P. 4 cil. 4 tempos 2500 r. p. m, utilizando um combustível com 1 % de enxofre e um lubrificante detergente do tipo «Heavy Duty».

A duração do ensaio é de 60 horas consecutivas efectuado nas condições seguintes:

Ensaio n.º 1 — Foram retirados os filtros do ar e óleo ao motor e efectuada uma alimentação artificial de poeira pelo tubo de admissão do motor, à razão de 1 grama por hora.

A natureza do pó utilizado para este ensaio e a dimensão das suas partículas consistiam respectivamente:

72/79 % de SiO_2, 3/5 % de Fe_2O_3, 15/17 % de Al_2O_3, 2/4 % de CaO 1 a 2 MgO e a dimensão aproximada das partículas era de 39 % de 0-5 Microns, 18 % de 5-10 Mic. 16 % de 10-20 Mic. 18 % de 20-40 Mic. e 9 % de 40-80 Microns.

Ensaio n.º 2 — Foi apenas utilizado o filtro de ar do motor conservando-se porém, as mesmas condições de alimentação de pó, como no ensaio anterior.

Ensaio n.º 3 — Além do filtro de ar foi instalado um filtro no circuito de lubrificação do motor pelo sistema «By-Pass» filtro em derivação.

Ensaio n.º 4 — Foi substituído o filtro em derivação «By-Pass» por um filtro do sistema «Full--Flow» filtragem integral do óleo ao motor.

As restantes condições do ensaio foram mantidas, verificando-se de forma evidente os resultados segundo os diagramas indicados na fig. 9 e 10, os quais, revelam bem a importância que o sistema de filtragem oferece em face dos elementos de contaminação e degradação existentes no óleo. Ressalta, também, a importância que tem a determinação da eventual existência de sedimentos em quantidades superiores àquelas admissíveis para uma boa conservação da máquina, e que tanto podem ser resultantes de rápida degradação do óleo, como duma deficiência da própria filtragem.

Conclusões

Do exposto no presente trabalho, se verifica a importância de que se reveste a análise do óleo usado.

São principais objectivos:

a) — Determinar se o óleo ainda oferece as condições necessárias para continuar a ser utilizado no motor.

b) — Para controle do próprio óleo lubrificante utilizado e avaliar através das suas características se o mesmo está operando em condições satisfatórias.

c) — Proporcionar por meio de um controle indirecto um exame às condições de trabalho do motor, contribuindo assim para a sua melhor conservação.

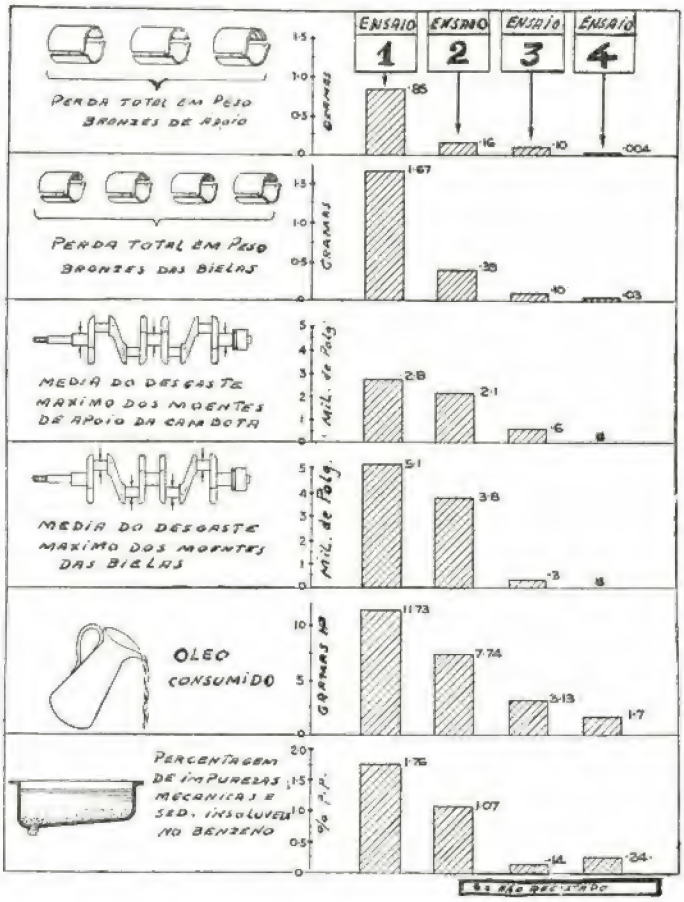


Fig. 9

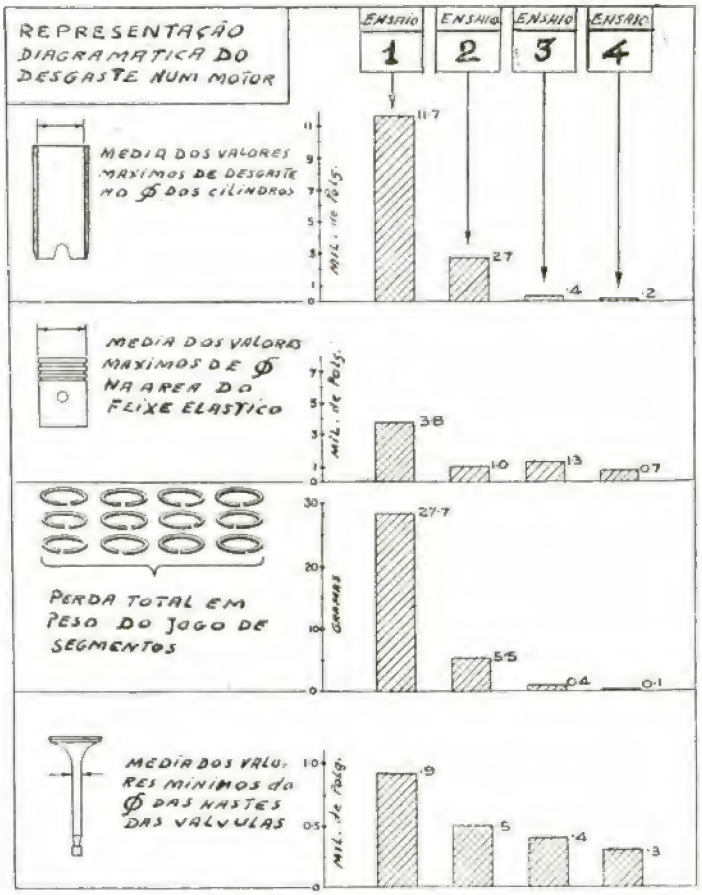


Fig. 10

d) — Para através do óleo controlar a eficiência do sistema de filtragem do motor, salvaguardando-o de um desgaste prematuro.

Assim se justifica o largo desenvolvimento que tal prática já de facto alcançou.

Sumário

I — Importância das determinações analíticas.
II — Aditivos para lubrificação e suas propriedades.
III — Óleos Minerais puros.
IV — Óleos compostos.
V — Óleos lubrificantes especiais — Emulsões.
VI — Óleos minerais com aditivos — Óleos detergentes.
VII — Óleos minerais e selecção da sua base.
VIII — Especificações a que obedecem os Óleos H. D.
IX — Acção específica dos aditivos encorporados aos Óleos H. D.
X — Anti-Oxidantes.
XI — Aditivo Detergente-Dispersante.
XII — Anti-Corrosivos.
XIII — Contaminação dos Óleos e produtos de degradação.
XIV — Interpretação dos resultados dos ensaios.
XV — Efeitos da presença de Sedimentos no desgaste do motor.
XVI — Conclusões.

DO MUNDO TÉCNICO

REVISTA DAS REVISTAS

C. D. U. 539.167 : 621.892.2 [547.21]

Efeito das radiações de alta energia sobre os hidrocarbonetos lubrificantes

É uma das consequências do advento das pilhas atómicas: o estudo do efeito das radiações de alta energia sobre os mais diversos materiais e a modificação química e física das substâncias expostas a tais radiações.

As radiações, dissipando a sua energia, produzem tais modificações e ainda a produção de calor.

Assim, a criação de isótopos radioactivos, elevação do ponto de fusão dos polietilenos e produção de centros de coloração no vidro, são exemplos de transformações realizadas à custa da energia das radiações.

Em particular, no caso dos hidrocarbonetos, as modificações químicas têm notável interesse pois podem provocar profundas mutações nas propriedades físicas destes compostos orgânicos. É conhecido que a reacção de neutrões com os átomos de carbono ou de hidrogénio não cria isótopos radioactivos e é possível utilizar pilhas nucleares e não sòmente fontes de raios β ou γ para obter modificações químicas sem produzir ao mesmo tempo matérias radioactivas perigosas.

Para a interpretação das modificações que se produzem quando as radiações de alta frequência penetram nos hidrocarbonetos devem distinguir-se duas fases:

a) produção das espécies radioactivas

b) reacções secundárias dessas espécies.

Interacção primária das radiações com os hidrocarbonetos

O efeito primário das radiações de alta frequência sobre os hidrocarbonetos é a produção de iões.

No caso das radiações β (electrões) os iões formam-se por interacção entre os electrões e as camadas electrónicas dos átomos. O electrão incidente expulsa um dos electrões extra-nucleares e ioniza portanto o átomo.

Um mecanismo semelhante explica a ionização produzida por partículas rápidas e carregadas, como partículas α, protões, etc.

Os raios γ ionizam por efeito Compton, comportando-se neste processo o fotão γ como uma partícula, obrigando um dos electrões a ser expulso com grande velocidade, tendo este a possibilidade de produzir outras ionizações.

Já os neutrões não reagirão com os electrões exteriores mas sim com os núcleos atómicos.

Os núcleos de hidrogénio captam sobretudo os neutrões lentos e transformam-se em deutério.

Durante o processamento de captura há emissão de um fotão γ de alta energia.

Pelo contrário os neutrões rápidos não são capturados mas expulsam, conforme a sua energia, um átomo ou um ião de hidrogénio da molécula do hidrocarboneto.

A acção dos neutrões com os átomos de carbono é pouco pronunciada e daí pouco interesse do ponto de vista prático.

Devido à irradiação há produção de radicais e é um problema ainda não resolvido saber qual o mecanismo da sua criação.

Quando da irradiação de um hidrocarboneto parafínico obtém-se principalmente hidrogénio, o que é incompatível com o facto de à ligação normal C — C corresponderem 66 K. cal. por mole e à ligação C — H carresponderem 100 K. cal. por mole.

Por isso o «cracking» por excitação térmica normal produz hidrocarbonetos leves e não hidrogénio. Então a destruição da molécula normal com produção de hidrogénio explicar-se-á por uma excitação eléctrónica e não por uma excitação térmica. Nesta última excitação as energias de ligação são de ordem de grandeza tal que a roptura C — H é mais provável que C — C.

Utiliza-se o número G para exprimir o rendimento da irradiação indicando tal valor o número de moles formadas ou decompostos por 100 e. v. de energia aplicada.

G toma aproximadamente o valor 8 para a produção de radicais por irradiação, à temperatura ambiente, o que significa estar cada par de iões associado à produção de 2 a 4 radicais, em média.

Reacções das partículas activas produzidas

No que ficou dito está implícito que uma quantidade de energia considerável, não utilizável para ionização, é absorvida pelos hidrocarbonetos. Parte desta energia originaria radicais «quentes» que conteriam a energia em excesso, o que explicaria a formação de produtos não habituais no caso de reacções com G baixo, isto é, reacções em que o número de moléculas produzidas é da mesma ordem de grandeza que o número de radicais formados. Inversamente se os radicais iniciais experimentassem uma cadeia de reacções de extensão apreciável (G elevado) já não é de admitir que se mantivessem «quentes» durante muito tempo, em virtude de perderem ràpidamente a sua energia devido às colisões moleculares.

É de importância fundamental a observação de que há uma diferença entre a natureza dos produtos resultantes de reacções com G elevado e com G baixo: neste último caso os produtos são característicos da destruição inicial das moléculas por irradiação

enquanto que com G elevado os produtos dizem respeito a processos em cadeia normal dos radicais livres.

Susceptibilidade primária é a susceptibilidade à decomposição em radicais livres. As transformações ulteriores resultam das reacções secundárias desses radicais livres.

A importância relativa das susceptibilidades primária e secundária à irradiação pode evidenciar-se pela predominância relativa dos diversos produtos obtidos a partir dos hidrocarbonetos saturados, não saturados e aromáticos.

No Quadro I incluem-se os valores de G para a produção de hidrogénio, decomposição e formação de polímeros. Vê-se que a libertação de hidrogénio é máxima para os saturados e mínima para os aromáticos. Enquanto que para estas duas classes o G de decomposição é da mesma ordem de grandeza que o G de produção de hidrogénio, para as olefinas pelo contrário, o rendimento da operação de decomposição é muito elevado ainda que o rendimento da produção de hidrogénio seja médio.

QUADRO I

Hidrocarboneto	G de H_2	G do polímero	G de decomposição do hidrocarboneto
Saturado	2 — 6	2 — 6	4 — 9
Não saturado	≈ 1	depende do peso molecular do polímero	10 — 2000
aromático	0,04—0,4	≈ 1	≈ 1

Ora como a susceptibilidade primária em relação à irradiação se traduz aproximadamente na quantidade de H_2 produzido, temos que a susceptibilidade dos aromáticos será menor que a dos não saturados e estes são menos susceptíveis que os saturados.

No quadro II temos as modificações dos diversos tipos de hidrocarbonetos expressos nas susceptibilidades primária, secundária e total.

QUADRO II

Tipo de hidrocarboneto	Primária	Secundária	Total
Saturado	Moderada	Baixa	Moderada
Não saturado	»	Elevada	Elevada
Aromático	Baixa	Baixa	Baixa

Hidrocarbonetos lubrificantes

Em virtude de o ataque primário por irradiação ser de natureza estatística a contribuição de um componente para o efeito total é proporcional à sua concentração. Supondo que os vários hidrocarbonetos presentes numa mistura não dão lugar a reacções secundárias podemos prever os resultados de uma irradiação baseando-nos na composição em hidrocarbonetos olefínicos, parafínicos e aromáticos.

Utilizando-se atmosfera oxidante, alta temperatura ou misturas parafínicas contendo olefinas fàcilmente polimerizáveis, as reacções são aceleradas. Pelo contrário pode deter-se a degradação secundária pelo processo normal de adição de inibidores convenientes.

Para muitas aplicações as qualidades exigidas aos lubrificantes são: variação pouco pronunciada da viscosidade com a temperatura (índice de viscosidade elevado), um ponto de «écoulement» pouco elevado, boa estabilidade em relação à oxidação e corrosão e, evidentemente, um bom poder lubrificante.

Uma ou várias qualidades do lubrificante podem ser melhoradas por adicionais que sejam incorporados no produto após a sua preparação.

No que respeita à irradiação dos hidrocarbonetos há dois casos que interessarão particularmente do ponto de vista prático:

a) Não haver diminuição das propriedades lubrificantes.

b) Verificar-se melhoria das propriedades.

Constata-se experimentalmente a existência de um espessamento e produção de gás (sobretudo H_2) quando os óleos lubrificantes, de todos os tipos, são submetidos à irradiação a temperaturas inferiores a 200° C.

Estes dois fenómenos são proporcionais, em geral, à quantidade de energia absorvida, independentemente do tipo de radiação. No quadro III pode ler-se a indicação da produção de gás proveniente da irradiação de diversos lubrificantes parafínicos.

Tipo de irradiação	Composição do gás	% em volume
Electrões de alta energia	Hidrogénio	88,9
Dose: 3.10^8 R.	Metano	2,7
Temp.: 30° C.	Etano	2,5
Vol. do gás formado: 0,5 % do volume inicial	Etileno	1,0
	Acetileno	1,0
	Propano	1,4
	Propileno	1,6
	n — butano	0,7
	Isobutano	–
	Butileno	0,3
	n — pentano	0,2
	Isopentano	–
	Pentenos	1

Por sua vez o gráfico n.º 1 dá a variação da viscosidade de certos óleos em função do tempo de irradiação.

Por outro lado a viscosidade depende muito do peso molecular, aumentando ràpidamente com o crescimento da molécula.

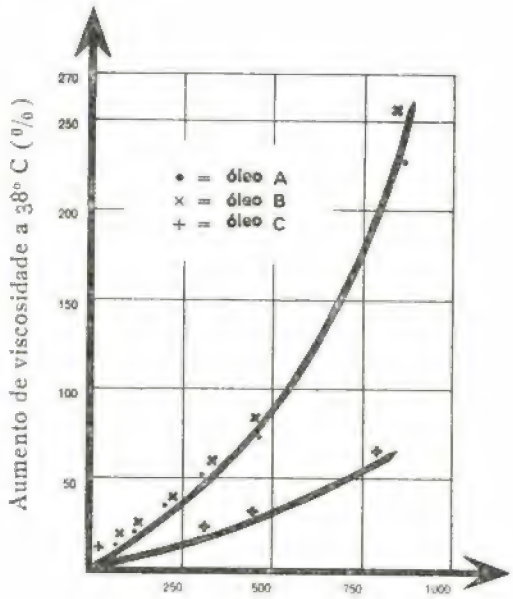


Fig. 1

No quadro IV temos as variações de viscosidade de três óleos diferentes devidas à irradiação (7.10^8 roentgens). Da sua observação conclui-se que o comportamento destas misturas complexas é função dos hidrocarbonetos constituintes: é preciso um alto grau de aromaticidade para conseguir uma deminuição notável da susceptibilidade à irradiação. Infelizmente, porém, não é preciso, em geral, para um óleo lubrificante, um alto grau de aromaticidade.

QUADRO IV

ÓLEO	A	B	C
% Wt. aromáticos *	7,7	10,6	41,5
% Wt. nafténicos *	28,7	18,6	1,5
% Wt. parafínicos *	52,7	60,8	57,0
modificação da viscosidade a 38° C em %	170	170	60

* Segundo a análise de Waterman

Um problema muito importante é o que diz respeito à lubrificação de máquinas expostas às radiações nas centrais atómicas. As doses de irradiação a que são submetidos varia, evidentemente, com a localização respectiva, como se pode verificar pelo quadro V em que os valores se referem a roentgens por hora.

QUADRO V

Turbinas a vapor	0,2
Máquinas exteriores à protecção biológica	0,2
Máquinas interiores à protecção biológica	10^5—10^6
Máquinas da pilha	10^6—10^{13}

Podemos concluir que para os mecanismos que se encontram na pilha pròpriamente dita não se pode utilizar um hidrocarboneto normal pois a viscosidade aumentaria suficientemente rápido para formar um gel em tempo relativamente curto.

As doses de irradiação são tão altas que mesmo a utilização de hidrocarbonetos aromáticos não acarretaria vantagens notáveis.

No caso dos mecanismos situados fora da protecção biológico (tais como mecanismos de controle, etc.) as doses são tão pequenas que se podem desprezar os seus efeitos.

Se bem que o emprego dos hidrocarbonetos aromáticos prolongue a vida dos lubrificantes irradiados, o factor limitativo da duração, mesmo para os parafínicos, não é o estrago provocado pela irradiação.

É preciso ter em atenção não só os efeitos de ordem física provocados por irradiação dos hidrocarbonetos mas também a influência sobre o aspecto químico, nomeadamente a estabilidade em relação à oscilação, frequentemente melhorada por intermédio de um «inibidor».

Este actua ainda mesmo quando a irradiação tem lugar, salvo no caso de os radicais criados serem tão numerosos que o destruam.

Por exemplo, se o hidrocarboneto é irradiado a temperaturas inferiores a 200° C (na ausência do oxigénio) teremos $G \simeq 8$. Ora uma dose de 10^7 roentgen produz 4.10^{19} radicais por grama de matéria. Introduzindo-se um inibidor de peso molecular 100 com concentração 1 % dispor-se-á sòmente 6.10^{19} moléculas inibidoras por grama para reagir com os radicais criados pela irradiação.

A destruição dos inibidores é devida às reacções secundárias e não à reacção primária, que sob esse aspecto tem importância desprezível.

Evidentemente que a importância do que acabamos de ver é diminuta no que respeita ao mecanismo exterior à protecção biológica já que são precisos 10.000 anos para se atingir a dose de 70^7 «roentgen».

Os hidrocarbonetos da gama dos lubrificantes podem ter papel de relevo como moderadores dos neutrões. Atendendo a que as propriedades de um bom moderador são a sua eficácia como retardador dos neutrões aliada a uma pequena secção eficaz de captura, o carbono está particularmente indicado e o hidrogénio um pouco menos.

Por isso os hidrocarbonetos aromáticos são utilizados como moderadores visto que além de serem menos atacados pela irradiação contêm relativamente mais átomos de carbono por átomos de hidrogénio presentes.

No que se refere ao melhoramento dos lubrificantes, verifica-se que, irradiando um óleo de baixa viscosidade e pequeno índice de viscosidade até um nível em que a viscosidade é ainda a de um lubrificante normal, não só há aumento de viscosidade mas também do seu índice de viscosidade, que ultrapassa o de um lubrificante do mesmo «stock» obtido pelos métodos clássicos.

Posto que o aumento do índice de viscosidade pelo método de clássico dos solventes não dá resultados satisfatórios é de considerar este método de irradiação que conduz a quantidades maiores de óleo de índice mais elevado.

Parece que esta subida do índice deve atribuir-se mais a uma melhoria geral do óleo que à produção de polímeros de peso molecular elevado, que agiriam como «melhoradores» vulgares.

No quadro VI temos o efeito da radiação sobre os óleos parafínicos de um alto índice de viscosidade e sobre óleos nafténicos de índice inferior. Verifica-se que o índice dos óleos nafténicos é consideràvelmente melhorado.

QUADRO VI

Irradiação dos óleos lubrificantes numa pilha

Dose: 6.10^7 roentgens — Temperatura: 70 °C

Óleo	Viscosidade cinemática a 38 °C		Índice de viscosidade		Ponto de «écoulement» °C	
	antes	depois	antes	depois	antes	depois
D	15,0	25,7	52	103	— 40	— 50
E	33,0	61,7	61	131	— 35	— 30
F	23,5	40,2	76	101	— 15	— 15
G	33,0	85,1	107	116	— 15	— 20

D — E: Óleos nafténicos destilados, tratados por extracção e por solvente.

F: Óleo parafínico ligeiramente tratado por extracção e por solvente.

G: Óleo parafínico fortemente tratado por extracção e por solvente.

Uma das vantagens do processo de irradiação é devida ao facto de se obter uma elevação do índice de viscosidade sem elevar o ponto de «écoulement», ao contrário do tratamento clássico.

Verificou-se experimentalmente que se podem obter óleos excelentes a partir de óleos Diesel, de viscosidade muito menor.

Assim a irradiação do ceteno origina uma mistura de produtos de viscosidade da ordem da dos lubrificantes e índice de viscosidade elevada.

QUADRO VII

Irradiação do ceteno

Amostra n.º	Quantidade em % de volume	Viscosidade em centistokes a 38 °C	Índice de viscosidade	Ponto de «écoulement» em °C
1	11,8	100 (75)*	146 (156)*	+ 15 (— 20)*
2	4,4	250	128	— 15
3	6,8	3160	113	— 15

* Após a eliminação da cera.

Esta questão do melhoramento das propriedades dos óleos lubrificantes tem grande importância no futuro da indústria petrolífera e poderia tornar-se num importante domínio da aplicação das radiações de alta energia.

Michael F. Hoare

"Indústries Atómiques" n.º 9-10 — 1958

BIBLIOTECA
FICHEIRO

Classificadores responsáveis:

José Fernando Pinharanda, Carlos Ramalho Carlos, Alberto Esteves Guerra, Arménio de Oliveira Faria Belarmino Silveira e António José Falcão

---

Recortar as indicações bibliográficas que formam uma ficha e estão encimadas por CDU (Classificação Decimal Universal).

Colar cada referência num pequeno rectângulo de cartolina de 75 × 125 mm.

Ordenar pelos índices decimais, *começando da esquerda para a direita,* independentemente do número de algarismos que o índice contiver, e respeitando a seguinte regra de arrumação dos sinais auxiliares:

+ / n.os simples : [ ] = (01/09) (1/9) (=) " "A/Z — .0 .00

Consultar, em casos duvidosos, a exemplificação inserida na «Técnica» n.º 218 e seguintes, ou recorrer Biblioteca da A. E. I. S. T.

Notar que a inserção das fichas nesta publicação respeita a ordem correcta, no intuito de a esclarecer o mais possível.

A comodidade de possuir no próprio local de trabalho um arquivo ordenado e de fácil consulta sobre assuntos que se sabe onde existem, é uma das evidentes vantagens de um ficheiro classificado segundo a CDU.

Os assuntos de que estas fichas são referência ficam patentes à consulta a partir desta data.

LIVROS

C. D. U. 331.822 / .823

Indústria e Saúde Pública — *Aníbal do Couto Nogueira.*
II Cong. Ind. Port., 1957, vol. 1, págs. 4.

C. D. U. 512.26

Análise gráfica do trinómio e equação do 2.º grau. Teoria potencial dos polinómios inteiros de uma variável — *Alexandre Rodrigues.*
Revista Labor, 1957, vol. 1, págs. 292

C. D. U. 337.33

Relações entre a Indústria Metalúrgica e os mercados insulares ou ultramarinos — *Fábrica Jerónimo Osório de Castro.*
II Cong. Ind. Port., 1957, vol. 1, págs. 4.

C. D. U. 539.1 [55 + 622.7] : 061.1.055

Actividade do Centro de Estudos de Mineralogia e Geologia da Comissão de Estudos da Energia Nuclear — *J. Carrington da Costa.*
Junta de Energia Nuclear, 1/1958, vol. 1, págs. 28.

C. D. U. 625.7/.8.003

Estradas económicas — *Mário José Ferreira Mendes.*
Laboratório de Ensaios de Materiais e Mec. do Solo de Moçambique, 1957, vol. 2, págs. 470.
Separata do Boletim da Sociedade de Estudos de Moçambique.

C. D. U. 674.5

Custo de laboração da madeira serrada para caixas — *Sociedade Comercial, Lda.*
II Cong. Ind. Port., 1957, vol. 1, págs. 4.

C. D. U. 666.9.003.1

Indústria do Cimento — *José Osório da Rocha e Melo.*
II Cong. Ind. Port., 1957, vol. 1, págs. 16.

C. D. U. 674.23.003.1

Indústria de Mobiliário — *Carlos Soares Barbosa.*
II Cong. Ind. Port., 1957, vol. 1, págs. 8.

C. D. U. 677.21

Indústria Têxtil Algodoeira — *C. Corte-Real.*
II Cong. Ind. Port., 1957, vol. 1, págs. 24.

ARTIGOS DE REVISTAS

C. D. U. 381.12 (494) : 621.9 : 061.4 (494)

Introdução à Exposição de Máquinas-Ferramentas na Feira Suíça de Amostras de 1958 — *E. Mettlex.*
Suíça Técnica, 1958, n.º 1, pág. 13-21.

C. D. U. 512.8 : 621.313.32

Justificação analítica pela transformação de Park da Teoria das duas reacções — *Franklin Guerra Pereira.*
Electricidade, 4-9-58, n.º 6, pág. 168-174.

OFICINAS E LABORATÓRIOS

DO

INSTITUTO SUPERIOR TECNICO

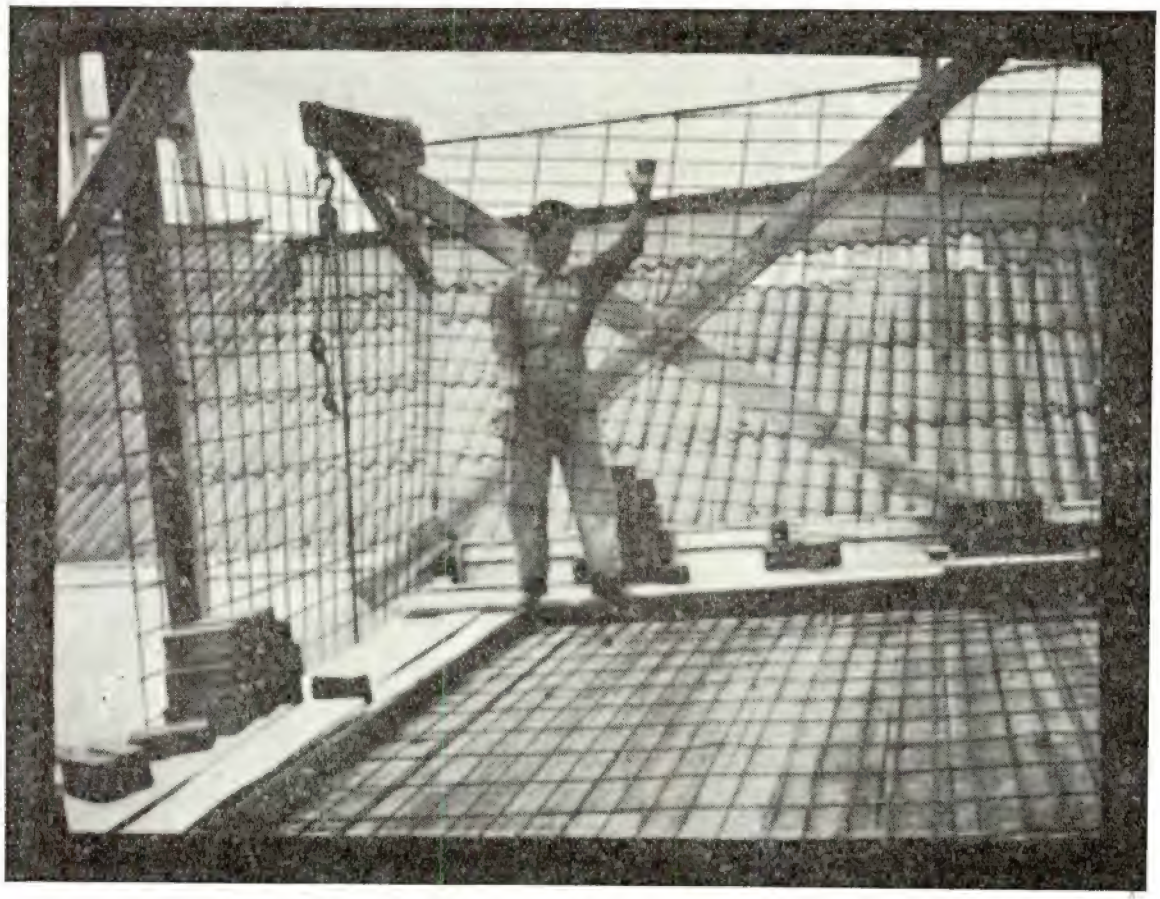
As oficinas pedagógicas do Instituto Superior Técnico, de CARPINTARIA DE MOLDE, de INSTRUMENTOS DE PRECISÃO e de ELECTROTÉCNICA, fornecem todo o género de material escolar e de demonstração para o ensino técnico. Nos laboratórios de QUÍMICA ANALÍTICA, FÍSICA INDUSTRIAL E DE MINERALOGIA executam-se análises para o público

Para quaisquer informações, dirigir-se ao secretário da comissão executiva

MALHASOL

Rede de aço de alta resistência electrosoldada para betão armado, produzida pela

COMPANHIA PORTUGUESA DE TREFILARIA S. A. R. L.



PRINCIPAIS APLICAÇÕES:
- Placas, lages,
- Cobertores, abóbadas de betão e tijolo,
- Depósitos, tubagem e formas cúbicas em geral,
- Construção prefabricada,
- Carrais — consolidação de taludes,
- Paramentos de montante das barragens,
- Revestimentos de túneis,
- Pistas de aeroportos — estradas,
- Betão asfáltico armado,
- Muros, paredes, etc.

COMPANHIA PORTUGUESA DE TREFILARIA

Rua do Instituto Industrial, 9 — Telefone 66 11 16

LISBOA

C. D. U. 515.1

Metoda para urmelor în sistemul de proectie Monge — *Aurelian Tănăsescu.*
Bolet. Instit. Polit. Bucuresti, 7/12-957, vol. 19, n.° 3-4, pág. 69-77.

C. D. U. 515.2 [513.34]

Noi procedee pentru identificarea ordinei de succesiune a vîrfurilor la poligoanele de intersectie a două poliedri — *Mircea Iorga.*
Bolet. Instit. Polit. Bucuresti, 7/12-958, vol. 16, n.° 3-4 pág. 55-67.

C. D. U. 519.28

Selection of the Different from the Multitude of the Uniform — *B. Szökc.*
Acta technica, 1958, tomo 20, fasc. 2, pág. 3 a 23.

C. D. U. 519.42

Asupra unor grupuri de Transformari — *Constantin Iunescu-Bujor.*
Boletinul Institutului Politehnic Bucuresti, 7/12-1957, vol. 19, n.° 3-4, pág. 15-25.

C. D. U. 535.822.9 : 535.825.2

Les microscopes modernes de mesure — *Werner Illig.*
Zeiss — Bull. Techn., 12-956, vol. 4, n.° 22, pág. 100-102.

C. D. U. 534.825.2

Opérations de mesure à l'aide du microscope — *Horst Piller.*
Zeiss - Bull. Techn., 1-958, n.° 26, pág. 120-123.

C. D. U. 535.825.2 : 535.822.9

Des mesmes exactes par le procédé de la double image — *Werner Illig.*
Zeiss — Bull. Techn., 3-958, vol. 6, n.° 27, pág. 9-11.

C. D. U. 537.541

Randamentul ultraviolet al unui tub descărcare cu der — *Ion Agarbiceann, N. Stănescu, A. Popa, I. Vierosann*
Bolet. Instit. Polit. Bucuresti, 7/12-957, vol. 19, n.° 3-4, pág. 79-88.

C. D. U. 539.152 : 530.1

Les particules élémentaires et les symétries espace-temps — *A. Salam.*
Endeavour, 4-958, vol. 17, n.° 66, pág. 97-105.

C. D. U. 539.166.08 : 543.6 : 549 [546.79]

An application of scintillations detectors to the analysis of radioactive ores — *A. M. Baptista* e *A. J. G. Ramalho.*
Rev. Fac. Ciências Lisboa 2.ª s. B-Fis. Quim., 57-58, vol. 6, pág. 37-43.

C. D. U. 541.132.3 : 662.66

Studiul pH — Ului cărbunilor din R. P. R. — *Isac Blum, Dumitru Ionnesco* e *Benjamin Bercovici.*
Bolet. Instit. Polit. Bucuresti, 7/12-957, vol. 19, n.° 3-4, pág. 143-154.

C. D. U. 543.6 : 539.166.08 : 549 [546.76]

An application of scintillation detectors to the analysis of radioactive ores — *A. M. Baptista* e *A. J. G. Ramalho.*
Rev. Fac. Ciências Lisboa 2.ª s B-Fis. Quim , 57-58, vol. 6, pág. 37-43.

C. D. U. 545-1 : 547.458.81

El tratamiento alcalino en la valorisación de celulosas — *Julio Lanuza* e *Maria T. Cabo.*
Ion, 12-957, vol. 17, n.° 197, pág. 676-680.

C. D. U. 545.1.38 : 546.26 : 669.295/6.5

Determination of Carbon in Titanium, Zirconium and their Alloys by Gravimetric and Condutimetric Methods — *D. F. Wood and M. Williams.*
Metallurgia, 7-958, vol. 58, n.° 345, pág 47-52.
8 referências bibliográficas

C. D. U. 545.81 : 669.132.3

Investigation on Colorimetric Methods of Analysis. Part VI — Estimation of Silicon in Cast Iron Using the Duboscq Type of Colorimeter — *G. V. L. Murty*
Metallurgia, 7-958, vol. 58, n.° 345, pág. 52-54.
Contém 10 referências bibliográficas.

C. D. U. 548.4 [544.83]

Analyse microchimique des gaz contenus dans les minéraux : formation du précipité barytique — *J. Rasuniny.*
Chr. Min. O. M. Rech. Min., 4-958, vol. 26, n.° 262, pág. 116.
Resumo de «C. R. Sommaires de la Soc. Géologique de France», n.° 16.

C. D. U. 549.623.59 : 553.677

Mise au point sur la vermiculite — *Jean Cardinet* e *Jean Paul Destombes.*
Chr. Min. Outu. Mer. et de la Rech. Min., 2-958 vol. 26, n.° 260, pág. 41-46.
32 referências bibliográficas.

C. D. U. 550.34 (469.421.15) «1909»

Aspectos geofísicos de terremoto de Benavente, de 23 de Abril de 1909 — *M. T. Antunes.*
Revista da Fac. de Ciências, 2.ª série B-F. Q. 57-58, vol. 6, pág. 5-28.

C. D. U. 550.34 : 526.2 (439.1)

Investigations on Seismology and the Physics of the interior of the earth in Hungary 1954-1956 — *L. Egyed*
Acta Technica, 1957, vol. 18, n.° 1-2, pág. 123-131.
Bibliografia

FÁBRICA METALURGICA E CONSTRUTORA
CARAVELA, L.DA

CONSTRUÇÃO E SERRALHARIA CIVIL • ESTRUTURAS METÁLICAS
PONTES E POSTES METÁLICOS • CAIXILHARIA E PORTÕES
PONTES ROLANTES • SERRALHARIA ARTÍSTICA • CALDEIRARIA
SOLDADURA ELÉCTRICA • GALVANOPLASTIA • RADIADORES

CARAVELA L.DA

AV. INFANTE D. HENRIQUE — TALHÃO 10
TELEFONES 399008 — 399480
CABO RUIVO — LISBOA PORTUGAL

C. D. U. 550.837.4

Estudo por sondagens pelo processo Schlumberger — *Orlando M. Cardoso* e *Jorge Barreto de Faria.*

Est. Not. Trab. Serv. Fom. Min., 1957, vol. 12, n.º 3-4, pág. 171-219.

24 indicações bibliográficas.

C. D. U. 552.21 : 552.3

Essai sur une classification génétique des massifs granitiques — *P. Lapadu-Hargues.*

Chr. Min. O. M. Rech. Cal., 6-958, vol. 26, n.º 264, pág. 179.

Resumo de «Rev. Sc. Nat. d'Auvergue» 1957, vol. 23, fasc. 1-2.

C. D. U. 552.42

The distribution of accessory minerals as a criterion of the origin of gneisses — *J. E. Patchett.*

Chr. Min. O. M. Rech. Min., 4-658, vol. 26, n º 262, pág. 112.

Resumo de uma publicação de «Library of University» Toronto, 1954.

C. D. U. 553 (67/68)

Étude bibliographique sur le cadre géologique et l'origine des minéralisations de l'Áfrique Centrale — Discussion des hypothéses génétiques proposées — *P. Nicolini.*

Chr. Min. O. M. Rech. Min., 5-958, vol. 26, n.º 262, pág. 133-159.

28 referências bibliográficas

C. D. U. 553.982.2

Répartion du pétrole dans les structures géologiques — *G. M. Kuebel + G. Rodriguez — Eraso.*

Chr. Min. Outre-Mer Rech. Min., 10-957, vol. 25, n.º 256, pág. 330.

Resumo.

C. D. U. 620.9 : 711

Énergie et aménagemente du territoire — *Vários.*

Urbanisme, 1958, n.º 60, pág. 2-49.

C. D. U. 621.039 : 535 : 621.311.25

Problèmes thermiques des centrales atomiques (III) — *L. S. Dzung.*

Rev. Boown Boveri, 1-958, n.º 1, pág. 14-20.

C. D. U. 621.039 : 621.311.25.001.4/6

Boiling water reactor stability — *J. Weil, R. Schmidt, M. Head, E. Owen, L. Holland, A. Galson, S. Levy, E. Beckjord, G. Stuart* e *W. Harker.*

General Electric, pág. 42.

Artigos muito interessantes, focando em parte o problema do controle automático dum reactor de água fervente..

C. D. U. 621.31 : 628.12 (428.1)

Electrical equipment at Broken Scar pumping station — *W. J. Storey.*

The Metropolitan-Vickers Gazette, 9-958, n.º 471, pág. 260-265.

C. D. U. 621.311.21.004

Essai de systématisation de l'étude du néglage d'un groupe hydro-électrique — *Lucien Borel.*

Bulletin Technique de la Suisse Romande, 3-958, n.º 7, pág 101-119.

C. D. U. 621.311.21 (461)

San Esteban hydro-electric power station — *K. N. Dixon.*

The Metro-Vic. Gazette, 7-958, vol. 29, n.º 468, pág. 180-190.

C. D. U. 621.311.21 + 621.311.25.003.1 (469)

A produção de energia eléctrica por via nuclear e alguns aspectos da sua integração no sistema produtor nacional — *Fernando Soares David* e *António B. Couto Soares.*

1.ª Reunião dos Técnicos Portugueses da Energia Nuclear, 1-958.

C. D. U. 621.311 22 (87)

Extension de la centrale thermique de Tacoa au Venezuela — *Bolliger, H. R.*

Rev. Brown Boveri, 1958, n.º 1, pág. 54-55.

C. D. U. 621.311.25 : 621.039.003.2 (469)

Aspectos prováveis da integração das centrais nucleares na exploração conjunta do sistema produtor nacional — *Fernando Ivo Gonçalves, eng.º*

1.ª Reunião dos Técnicos Portugueses da Energia Nuclear, 1-958.

C. D. U. 621.311.25 : 621.039.004.1 (73)

The Dresden Nuclear power station — *J. R. Wolcott, V. Elliot, E. Peabody, G. Roy, J. Schanz* e *G. Sege.*

General Electric (Separata), pág. 25.

C. D. U. 621.311.25 : 621.039.001.4/6

Boiling water reactor stability — *J. Weil, R. Schmidt, M. Head, E. Owen, L. Holland, A. Galson, S. Levy, E. Beckjard, G. Stuart* e *W. Harker.*

General Electric, pág. 42.

A revista foca vários problemas Teoricos e práticos da construção dum «reactor de água fervente», e principalmente o controle automático do reactor.

C. D. U. 621.315.235.027.6 (436)

Installation of 20 KV Protodur labler on Steep Slopes in Mountainous Coventry — *Harry Henz* and *Gerhard Wiechmann.*

Siemens Review, 4-958, vol. 25, n.º 2, pág. 65-68.

Acaba de aparecer

Manual de Hidráulica Geral

SÍNTESE TEÓRICA

TABELAS E ÁBACOS

FORMULÁRIO POLIGLOTA

Pelo Eng.º Armando Lencastre

Chefe da Secção de Hidráulica Fluvial do L. N. E. C.
Assistente do I. S. T.

Pedidos à "TÉCNICA"

Preço 150$00
Desconto 10 % aos assinantes

C. D. U. 621.314.261

Convertisseurs à moyenne fréquence — *Weier, H.* et *A. Finzi.*
Rev. Brown Boveri, 1958, n.º 1, pág. 44-53.

C. D. U. 621.315.2.001.4

High-voltage Problems and Testing Equipment in the Berlin Cable Works — *Otto Basser.*
Siemens Review, 4-958, vol. 25, n.º 2, pág. 35-44.

C. D. U. 621.315.615.2.001.4

Testing inhibited transformer oils — *Ericson, G.*
ASEA Journal 31, 1958, 1-2, pág. 16-21.

C. D. U. 621.316.57.064.45

Air-Blast circuit-breakers for very high voltages — *G. K. Simpson.*
Journal, 5-958, vol. 4, n.º 41, pág. 228-237.

C. D. U. 621.316.933.4.001.4

Nouveaux essais de type des parafoudres Asea.
ASEA-Revue, 30, 1958, 1, pág. 20-22.

C. D. U. 621.365.52 : 669.187.2

Fours à basse fréquence sans noyau magnétique — *Hanås, B.*
ASEA-Revue, 30, 1958, 1, pág. 5-19.

C. D. U. 621.431 + 621.436 : 621.82

Lubrificação de Motores Diesel e de Explosão — *Serviços Técnicos da Shell Portuguesa.*
Pág. 1-15.

C. D. U. 621.67 : 62 (091)

Cem anos de construção de bombas centrifugas «Sulzer» — *I. Sprecher.*
Sulzer — Revista Técnica, 1957, n.º 3, pág. 13-26.

C. D. U. 621.395.721.4 : 621.395.91

The Silafon, a Siemens Loudspeaking Telephone — *Günter Fordan* and *Ezurin Martin*
Siemens Review, 4-958, vol. 25, n.º 2, pág. 53-56.

C. D. U. 621.395.91 : 621.395.721.4

The Silafon, a Siemens Loudspeaking Telephone — *Günter Fordan* and *Ezurin Martin.*
Siemens Review, 4-958, vol. 25, n.º 2, pág. 53-56.

C. D. U. 621.88.084

L'emmanchement par contraction — *I. Rolin.*
Revue L'air Liquide, 1958, vol. 6, n.º 22, pág. 3-10.

C. D. U. 622.222

Location of the shaft, shape and extension of its working Asea — *J. Zambó.*
Acta Technica, 1958, vol. 20, n.º 1-2, pág. 171-196.

C. D. U. 622.363.7.015

Borax production jumps at Mojave Desertmine — *Ray Day.*
Excavating Engineer, 2-958, vol. 52, n.º 2, pág. 21-27.

C. D. U. 622.413.3

Calculation of the temperature rise of Mine air flow with regard to the effect of its water vapour content — *T. Boldizsár.*
Acta Technica, 1958, vol. 28, n.º 1-2, pág. 113-121.

C. D. U. 622.67 : 621.34

El Accionamiento Electrico de Maquinas de Extraccion — *Alex Walter.*
La AEG al día, 1957, n.º 5, pág. 217-221.

C. D. U. 622.8 : 613.633 : 624.1

O problema da silicose nas obras dos aproveitamentos hidroeléctricos — *Fernando Soares Carneiro.*
Electricidade, 10-12-959, n.º 8, pág. 319-322.

C. D. U. 624.012.4

Le comportement à la rupture des revêtements en béton armé — *Lenart Bernell.*
Béton Armé, 6-958, n.º 10, pág. 13-24.

C. D. U. 624.012.4 : 691.873

Condições de emprego de aços torcidos em betão armado — *Lnec.*
Circulares de Informação Técnica, 7-958, n.º 27, pág. 16.

C. D. U. 624.041

Considerações sobre o método clássico de resolução das estruturas hiperestáticas — *Telemaco von Longendonck.*
Revista Politécnica, 1957, n.º 173, pág. 29-37.

C. D. U. 624.043 (083)

Ábacos para cálculo de flexão simples normal: secção rectangular e T — estádio II — *Osmar Abib.*
Revista Politécnica, 1957, vol. 173, pág. 39-49.

C. D. U. 624.062

Sur la théorie des vontes cylindriques minces — *Franco Levy.*
Béton Armé, 6-958, n.º 10, pág. 4-12; 10-958, n.º 11, pág. 9-16.

C. D. U. 624.1 : 613.633 : 622.8

O problema da silicose nas obras dos aproveitamentos hidroeléctricos — *Fernando Soares Carneiro.*
Electricidade, 10-12-958, n.º 8, pág. 319-322.

C. D. U. 624.131.21 : 624.131.379

Alguns dados sobre a classificação das areias baseados em ensaios de penetração — *Eufemiano Dias.*
Circulares de Informação Técnica (CNEC), 4-957, n.º 26, pág. 8.

ATLANTIC

UMA TINTA
PARA CADA FIM

FABRICA LUSITANA
DE TINTAS E VERNIZES
LIMITADA

FUNDADA EM 1917

C. D. U. 624.19.012.3

Prefabricados de hormingon para el revestimiento de tunels.

Cemento - Hormigon, 9-958, n.º 294, pág. 440-441.

C. D. U. 625.14

Influence du gel sur la stabilité des voies ferrées — *D. Bonnard, R. Desponds* e *E. Recordon.*

Bulletin Technique de la Suisse Romande, 5-958, n.º 11, pág. 193-199.

C. D. U. 628.932

O papel provável das superfícies electroluminescentes na evolução futura da iluminação — *Jean Dourgon.*

Binário, 19-958, n.º 6, pág. 24-28.

C. D. U. 631.331 : 625.1

Some notes on the development of electric traction — *L. Collins.*

Journal, 6-958, vol. 4, n.º 42, pág 289 a 294.

C. D. U. 66.091 : 621.313.13

«Mole» Motors — *Egon Schub.*

Siemens Review, 4-958, vol. 25, n.º 2, pág. 50 a 53.

C. D. U. 661.68 : 546.28—1

Propertios of High-Purity Silicon — *Walter Heywang and Maufred Zerbst.*

Siemens Review, 4-958, vol. 25, n.º 2, pág. 44 a 50.

C. D. U. 661.183.1 : 553.61 : 541.183.24

Les échanges ioniques dans les argiles — *G. B. Amphlett.*

Endeavour, 1958, vol. 17, n.º 67, pág. 149-155.

11 indic. bibliog.

C. D. U. 662.66 : 541.132.3

Studiul pH — ului carbunilor din R. P. R. — *I. Blum, D. Ionescu* e *B. Bercovici.*

Bolet. Inst. Polit. Bucuresti, 7/12-957, vol. 19, n.º 3-4, pág. 143-154.

C. D. U. 662.74

Studiul caracteristicilor de coesificare a diferitelor sorturi granulometrice din carbuni din Valea Jiului — *I. Blum, F. Bolchi, E. Kala* e *E. Veres.*

Bolet. Inst. Palit. Bucuresti, 7/12-957, vol. 19, n.º 3-4, pág. 173-182.

C. D. U. 662.813

Cercetarea posibilitatilor de brichetare fara liant a carbunilor bruni lemnosi (ligniti) — *Isac Blum, Friaerich Bolchi* e *Gavril Musca.*

Bolet. Inst. Polit. Bucuresti, 7/12-957, vol. 19, n.º 3-4, pág. 155-172.

C. D. U. 666.9 : 66.04

La calcinación de caliza y cemento en grandes hornos de cuba — *Pedro López Gómez.*

Ion-Madrid, 2-958, vol. 18, n.º 198, pág. 12.

C. D. U. 678.027.74

La pré plastification par vis, évolution dans la técnique de l'injection — *Pierre Korda.*

Industrie des Plastiques Modeues, 6-958, vol. 10, n.º 6, pág. 24.

C. D. U. 691.16 : 536.46

Materiais betuminosos: determinação em vaso aberto dos pontos de inflamação e de combustão.

LNEC — Circulares de informação técnica, 1-1957.

C. D. U. 691.16 : 545

Materiais betuminosos: determinação da solubilidade no sulfureto de carbono.

LNEC — Especificações, 1957.

C. D. U. 691.3 : 620.173

Use of the Kelly Ball as a device for measuring the consistency of concrete — *Willian Grieb* e *Robert Marr.*

Rublic Roads, 2-956, vol. 28, n.º 12, pág. 266-270.

C. D. U. 691.327 — 123

Impermeabilização dos pisos dum matadouro

LNEC — Circulares de informação técnica, 2-957.

C. D. U. 691.52.018.21

Inertes leves para betões sem finos

LNEC — Circulares de informação técnica, 2-957.

C. D. U. 691.7 : 620.178.7

Metais: ensaio de choque Charpy de provete entalhado.

LNEC — Especificação, 1957.

C D. U. 693.41

Características a exigir aos blocos pesados de betão.

LNEC — Circulares de informação técnica, 1-1957.

C. D. U. 699.82 : 725.35

Condições de armazenamento de adubos.

LNEC — Especificações, 1-1957.

C. D. U. 699.86 [674.83]

A cortiça nos isolamentos térmicos — *Alfredo de Andrade.*

Binário, 7-958, n.º 4, pág. 41-48.

C. D. U. 725.91 (469)

Feira das Indústrias Portuguesas — *Keil do Amaral, Alberto Cruz.*

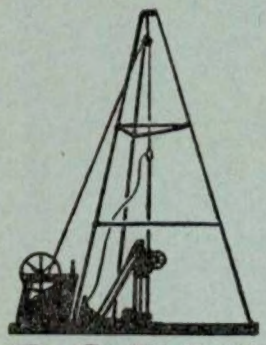
Binário, 7-958, n.º 4, pág. 15-30.

SONDAGENS RÓDIO, L.DA

LISBOA

RUA S. MAMEDE AO CALDAS, 22, 3.º

Telefones: 2 8685 - 2 6865 ✦ Telegramas: SETANSOL



RODIO

SONDAGENS GEOLÓGICAS
ESTUDOS GEOTÉCNICOS
ESTACAS GUNITA
CAPTAÇÃO DE ÁGUAS
CONGELAÇÃO DO TERRENO
IMPERMEABILIZAÇÃO DE OBRAS HIDRÁULICAS
CONSOLIDAÇÃO DE FUNDAÇÕES
ABAIXAMENTO DO LENÇOL DE ÁGUA

—//—

Engenheiro Chefe: **Walter Weyermann**

TABELAS TÉCNICAS

PARA

ENGENHARIA CIVIL

POR

NUNO ABRANTES

E

A. CELESTINO DA COSTA

Sob a direcção do Prof. Vicente Ferreira

4.ª Edição revista e aumentada

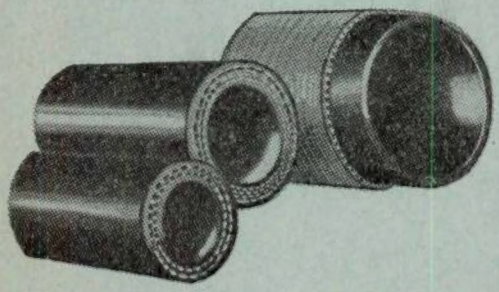
PELOS ENGENHEIROS

Fernando Abecasis e Sidónio Brazão Farinha

PEDIDOS À «TÉCNICA»

Preço: 120$00

Assinantes: 10% de desconto



MANGUEIRAS E CHUPADORES
De todos os tipos e para todos os fins

CORREIAS PLANAS
Transportadoras e para transmissões

CORREIAS TRAPEZOIDAIS
Em todas as secções e perímetros

COLA «PLIOBOND»
Uma cola que cola tudo a tudo

GOODYEAR

UM NOME BEM CONHECIDO NA INDÚSTRIA DA BORRACHA

Distribuidores exclusivos:

Canelas & Figueiredo, L.da

R. dos Fanqueiros, 46 — LISBOA

DEPARTAMENTO DE ENG. DE MATERIAIS BIBLIOTECA

Fábrica Portugal

S. A. R. L.

LISBOA

MOBILIÁRIO METÁLICO

EM TODOS OS GÉNEROS

Instalações completas para :

Mobiliário moderno
para

ESCRITÓRIOS
ESCOLAS
BIBLIOTECAS

CLINICAS
HOSPITAIS
SANATÓRIOS
CINEMAS
HOTÉIS
ESPLANADAS

SALAS DE EXPOSIÇÕES :

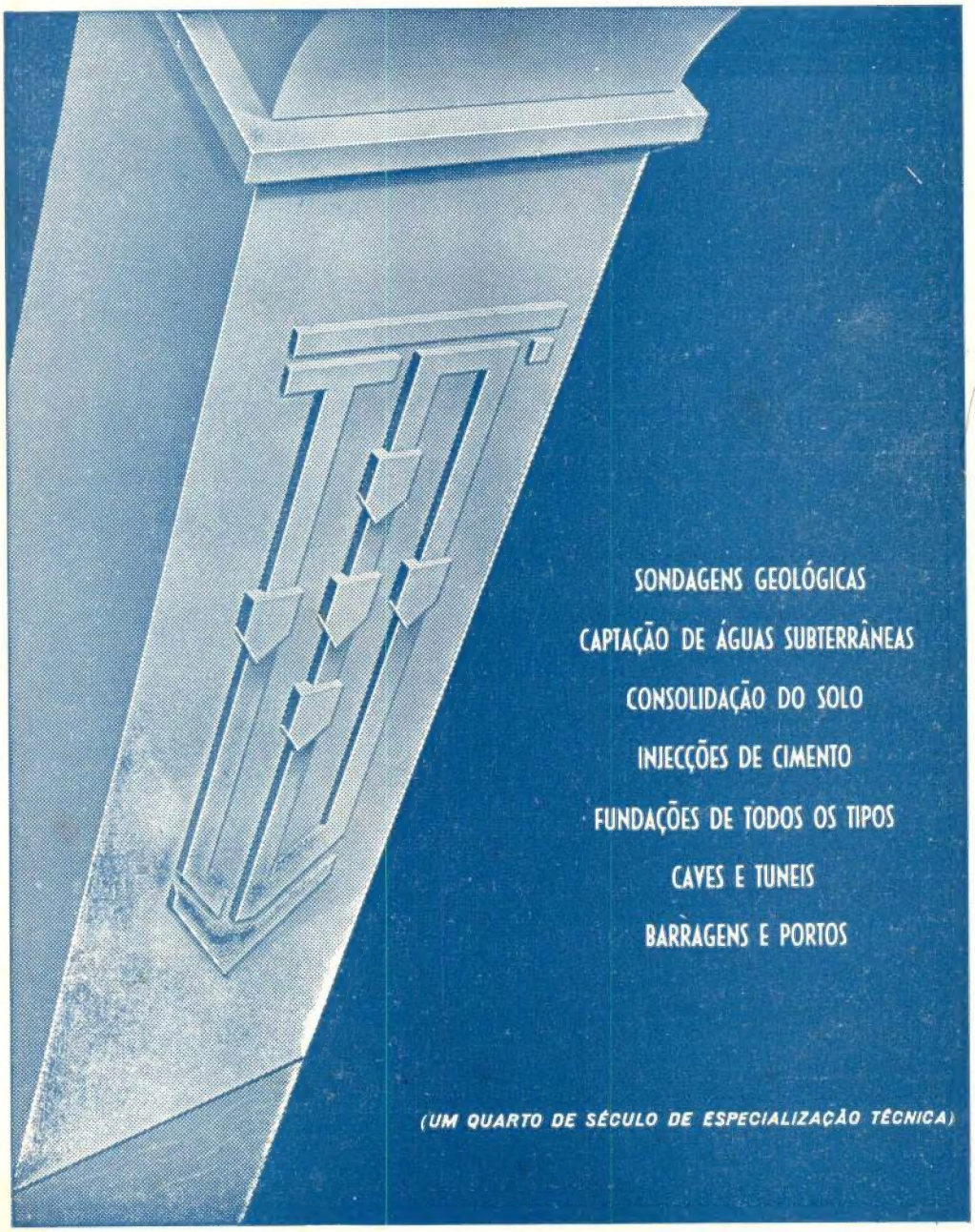
Rua Febo Moniz, 2 a 20 — Praça dos Restauradores, 49 a 57
Avenidas da República e Elias Garcia — Rua da Graça, 82 e 84

Empresa de Sondagens e Fundações

TEIXEIRA DUARTE, L.DA

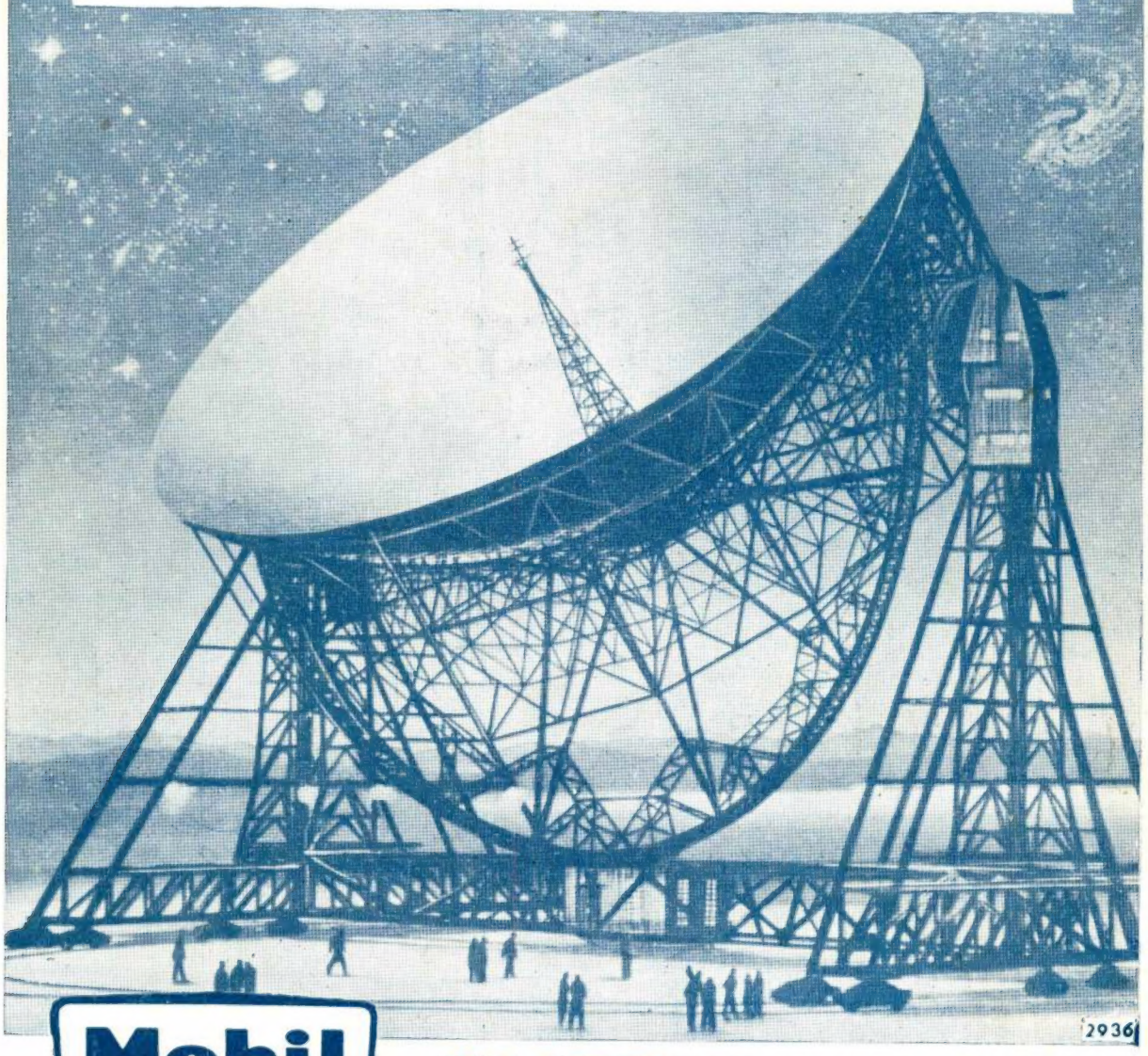
PR. DA FIGUEIRA, 18. 3.°
TELEF. 3 2774

LISBOA



"OUVIDO" do Universo!

Nas planícies de Cheshire, Inglaterra, ergue-se uma construção imponente e audaciosa — o maior Rádio-Telescópio do mundo. Com este «ouvido» electrónico os cientistas poderão escutar as ondas de rádio provenientes de fontes colocadas a distâncias superiores a um bilião de anos-luz... o limite conhecido do Universo. Sete vezes mais potente do que qualquer telescópio óptico, este novo instrumento tem 90 metros de altura e pesa 1.800 toneladas. O seu reflector parabólico de 750 toneladas está assente em duas torres gémeas, ao passo que o conjunto roda sobre carris circulares. Para assegurar a esta maravilha do mundo moderno um movimento delicado e preciso a fim de que possa seguir automàticamente os corpos celestes, todos os seus orgãos móveis estão protegidos pelos lubrificantes **Mobil**, famosos em todo o mundo.



Mobil

EXIJA LUBRIFICANTES MOBIL, O PRIMEIRO PASSO PARA UMA PRODUÇÃO ECONÓMICA

MOBIL OIL PORTUGUESA